

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA
TIPICA RURAL ECONOMICA PARA EL AREA
DE LA REGION ORIENTE DEL PAIS"**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

ANGEL ESTEBAN GOMEZ BOCHE

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T(3605)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**"DISEÑO Y CONSTRUCCION
DE UNA ESCUELA TIPICA RURAL ECONOMICA
PARA EL AREA DE LA REGION ORIENTE DEL PAIS".**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil.



ANGEL ESTEBAN GOMEZ BOCHE

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALES PODSZUECK
VOCAL PRIMERO	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS
VOCAL QUINTO	BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO	ING. JORGE MARIO MORALES GONZALEZ
EXAMINADOR	ING. MELECIO EDELBERTO RECINOS ROSAS
EXAMINADOR	ING. FRANCISCO JAVIER QUIÑONEZ DE LA CRUZ
EXAMINADOR	ING. ROBERTO MAYORGA ROUGE
SECRETARIO	ING. EDGAR JOSE AURELIO BRAVATTI CASTRO

Guatemala,
29 de septiembre de 1995.

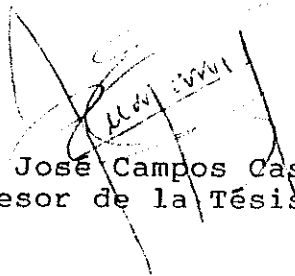
Ingeniero
Ricardo Ibarra M.
Jefe del Departamento de
Construcciones
FACULTAD DE INGENIERIA
USAC
Presente.

Apreciable Ingeniero:

Por medio de la presente me permito informarle que he revisado el trabajo de tesis del alumno ANGEL ESTEBAN GOMEZ BOCHE, Carnet No. 8411212; Titulado "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA TIPICA RURAL ECONOMICA, PARA EL AREA DE LA REGION ORIENTE DEL PAIS". Previo a optar el Título de Ingeniero Civil, habiéndolo encontrado completamente satisfactorio.

Sin otro particular, quedo de Ud. como su atento y seguro servidor,

Deferentemente,



Ing. Juan José Campos Castellanos
Asesor de la Tesis.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala,
5 de octubre de 1995.

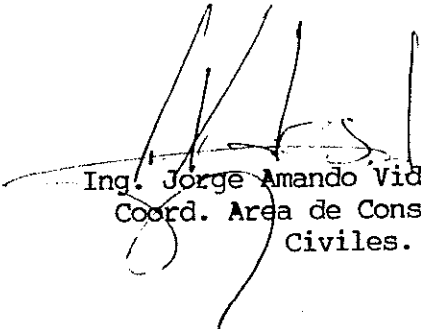
Ingeniero
Jack Douglas Ibarra
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

Habiendo terminado la revisión del trabajo de tesis titulado "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA TIPICA RURAL ECONOMICA, PARA EL AREA DE LA REGION ORIENTE DEL PAIS", que fuera elaborado por el estudiante universitario Angel Esteban Gómez Boche y que estuviera asesorado por el Ing. Juan José Campos Castellanos; considerando que dicho trabajo es un valioso aporte para la construcción de escuelas, este Departamento le da su aprobación.

Sin otro particular me suscribo de usted atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Jorge Amando Vides Domingues
Coord. Area de Construcciones
Civiles.

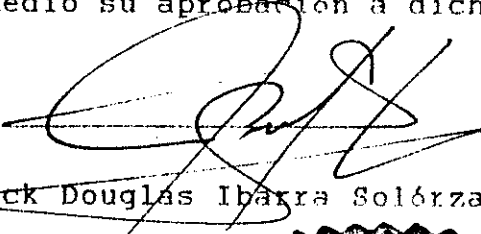


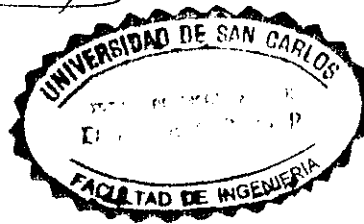
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan José Campos Catellanos y del Coordinador del Area de Construcciones Civiles Ing. Jorge Amando Vides Domínguez, sobre el trabajo de tesis del estudiante Angel Esteban Gómez Boche, titulado DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA TIPICA RURAL ECONOMICA PARA EL AREA DE LA REGION ORIENTE DEL PAIS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, octubre de 1,995.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

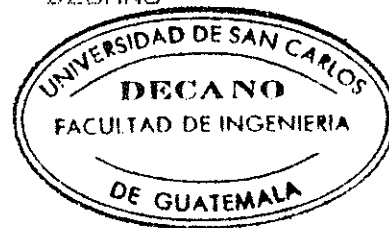
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA TIPICA RURAL ECONOMICA PARA EL AREA DE LA REGION ORIENTE DEL PAIS**, del estudiante Angel Esteban Gómez Boche, procede a la autorización para la impresión de la misma.

INPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, octubre de 1,995

/bbdeb.

DEDICATORIA A:

MIS PADRES

**SILVESTRE GOMEZ MATEO.
MARIA HERMELINDA BOCHE DE GOMEZ .**

MIS HERMANOS

**GORETTI EVERILDA, VERONICA DE JESUS,
PEDRO RODOLFO, ANTONIO SILVESTRE.**

MI ESPOSA

VERONICA CHENG DE GOMEZ.

MI HIJA

MONICA FABIOLA.

MI SOBRINO

GABRIEL ALEJANDRO.

MIS ABUELOS

MIS TIOS Y PRIMOS

LA FACULTAD DE INGENIERIA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Juan José Campos Castellanos, por su valiosa asesoría para la realización del presente trabajo.

Asimismo, a las siguientes personas, que colaboraron en la realización de este trabajo y como reconocimiento a su cooperación.

Ing. Efraín Boburg.

Br. Antonio Silvestre Gómez.

Arq. Vitelio Cujantre.

Srita. Ana Maribel Velásquez.

INDICE GENERAL

	Pagina
GLOSARIO	I
INTRODUCCION	II
OBJETIVOS	III
CAPITULO I	I
1. CRITERIOS DE DISEÑO	1
1.1. Terreno	1
1.2. Economía	4
1.3. Espacios Educativos	4
1.4. Emplazamiento	5
1.4.1 Entorno	5
1.4.2 Acceso	6
1.4.3 Infraestructura Física	6
1.5. Orientación del Edificio	6
1.5.1 Superficie	7
1.5.2 Altura	7
1.6. Ventilación	8
1.7. Comodidad	8
1.8. Aspectos Climáticos	14
1.8.1 Clima	15
1.8.2 Temperatura	16
1.8.3 Humedad y Precipitación	16
1.8.4 Viento	16
1.8.5 Suelos	17
CAPITULO II	18
2. PLANIFICACION	18
2.1. Espacios Educativos	18
2.1.1 Aula Teórica	18
2.1.2 Dirección	22
2.1.3 Cocina-Bodega	23
2.1.4 Sanitarios	24
2.1.5 Letrinas	26
2.2. Materiales de Construcción	27
2.2.1 Acabados	31

2.2.2	Muros	31
2.2.3	Pisos	32
2.2.4	Techo	32
2.2.5	Puertas	33
2.2.6	Ventanas	33
CAPITULO III		34
3.	ANALISIS DE COSTOS	34
3.1.	Investigación General	34
3.2.	Opciones de Inversión	36
3.2.1	Convenios Tripartitos	36
CAPITULO IV		38
4.	SISTEMAS Y METODOS CONSTRUCTIVOS	38
4.1.	Cimentación	38
4.2.	Muros	39
4.3.	Techos	41
4.4.	Cubierta	41
4.5.	Instalaciones Básicas	43
4.5.1	Agua Potable y Drenaje	43
4.5.2	Electricidad	44
4.6.	Pisos	44
4.7.	Acabados	46
CAPITULO V		48
5.	ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURALES	48
5.1.	Aulas	48
5.2.	Dirección	49
5.3.	Cocina-Bodega	49
5.4.	Letrinas	49
5.5.	Análisis y Diseños	50
5.5.1	Diseño de Techos	50
5.5.2	Diseño de Viga Central	51
5.6.	Diseño del Cimiento	53
5.7.	Muros de Mampostería	55
CAPITULO VI		58
6.	DESARROLLO DEL PROYECTO	58
6.1.	Ubicación	58
6.2.	Terreno	58
6.3.	Topografía	58
6.4.	Edificio Escolar	59

6.5. Costo del Edificio	59
CAPITULO VII	61
7. PLANOS TIPICOS PARA LA CONSTRUCCION DE DOS AULAS, COCINA-BODEGA, DIRECCION Y MODULO DE LETRINAS EN LA ALDEA OJO DE AGUA, RIO HONDO, ZACAPA.	61
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFIA	81
APENDICE "A"	82
GRAFICA ORIENTACION DE EDIFICIOS	83
TABLA No. 1 PROPIEDADES DE PERFILES "C" EUROPEOS	84
TABLA No. 2 RESUMEN COSTO MATERIALES 2 AULAS COCINA-BODEGA, DIRECCION	85
TABLA No. 3 RESUMEN COSTO MATERIAL LETRINAS	86

GLOSARIO

1. **Asoleamiento:** Insolación
2. **Cimiento:** Parte del edificio que está debajo de la tierra sobre la cual descansa, un elemento estructural encargado de recibir pesos de muros, techos, etc. los cuales son transmitidos al suelo.
3. **Decibel:** Nombre del decibelio en la nomenclatura internacional que mide las ondas sonoras.
4. **Emplazamiento:** Area para emplazar, área de ubicación de un edificio.
5. **F.H.A:** Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas.
6. **Mampostería:** Obra hecha con compuestos (block, ladrillo, etc.) colocados y ajustados unos con otros.
7. **Mortero:** Argamasa o mezcla usados en albañilería (arena, cemento).
8. **Planimetría:** Parte de la topografía que representa en una superficie plana una porción de la capa terrestre.

INTRODUCCION

A la falta de instalaciones que brinden la posibilidad de ser usadas como escuelas, muchas Instituciones gubernamentales, particulares y otras, se han visto en la necesidad de construir escuelas en distintos puntos del país, que por falta de un estudio adecuado no reúnen los requisitos mínimos de comodidad, y seguridad, saliéndose del entorno que los rodea y su costo es elevado, específicamente las escuelas que se construyen con materiales y/o elementos que no se obtienen en sus cercanías, hace que dicha obra, sea de un costo bastante oneroso como también de un tiempo no muy corto para su ejecución o un establecimiento mal diseñado en su función.

Valiéndose de los materiales que se puedan obtener cerca o en el lugar destinado, para la construcción de una escuela, se puede lograr satisfacer las necesidades de la población, con una obra que reúna tanto los requisitos de comodidad así como de seguridad, es por eso que este trabajo pretende que al utilizar adecuadamente materiales de fácil obtención, el interesado pueda llevar a cabo la construcción de un edificio escolar en un tiempo corto, a un bajo costo y unificar el tipo de construcción, en las áreas rurales del oriente del país, especialmente los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, para los cuales se presenta un modelo de la construcción de un Edificio típico de dos (2) aulas, cocina, bodega, dirección y un módulo de letrinas.

OBJETIVOS

- 1.-** Unificar los criterios de planificación, diseño y aspectos constructivos de edificios escolares en las áreas rurales de los departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula, mediante el aprovechamiento al máximo de los materiales que se pueden obtener en el lugar.
- 2.-** Presentar un costo aproximado de la construcción de un edificio escolar de 2 aulas, cocina, bodega y dirección más un modulo de letrinas.
- 3.-** Diseñar un edificio escolar mínimo, cuyas áreas satisfagan las necesidades para la que se utilizará y a la vez pueda brindar a la Comunidad un área de reuniones de trabajo.
- 4.-** Presentar un diseño de un edificio escolar, que sea económico, a efecto de utilizar de la mejor forma los recursos humanos, materiales y financieros.

CAPITULO I

1.- Criterios de Diseño:

Son aspectos muy importantes, ya que de ellos dependerá la buena realización, funcionamiento y aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y financieros que conlleva la realización del Proyecto.

Siendo los principales y que deben tomarse en cuenta los siguientes:

1.1 Terreno:

Los estudios de ordenamiento escolar y de planeamiento urbano de la ciudad o de la zona, son elementos fundamentales para la correcta ubicación de los establecimientos educativos, los que a su vez, requieren para su emplazamiento, de un terreno, que al elegirse deberá considerar:

a. Ubicación:

La ubicación dependerá del planeamiento urbano o regional en donde se planteará la localización adecuada, la cual se habrá detectado a través de un diagnóstico, en el que se considerarán aspectos como: Población a servir, radios de acción de los edificios escolares existentes planificados y normas de equipamiento.

El establecimiento educativo deberá situarse dentro de la zona de residencia a la cual sirve, entendiéndose por esta, a la del 70% de su alumnado como mínimo, considerando además, las proyecciones futuras del desarrollo habitacional y poblacional.

La distancia y el tiempo recomendable de recorrido varían según el nivel educativo y las condiciones de movilidad de los alumnos.

DISTANCIA DE RECORRIDO (1)

Cuadro Nº 01

NIVEL	AREA	DISTANCIA DE RECORRIDO A PIE	TIEMPO DE RECORRIDO
Preprimaria	Urbana	200-300 Mts.	Hasta 15'
Primaria	Urbana Rural	500-1200 Mts. 5000 Mts.	15' a 30' 45' a 60'

b. Tamaño:

El tamaño adecuado del terreno para la construcción de un edificio escolar, es aquel que permite desarrollar la totalidad del programa de necesidades del edificio, así como espacios abiertos para recreación, educación física y estacionamientos, sin forzar el desarrollo en altura por encima de los niveles correspondientes a la edad de los alumnos.

El tamaño del terreno dependerá principalmente del número de alumnos que asistan a la escuela, aplicándose el de la jornada crítica.

Una forma de determinar el área sería con la siguiente tabla.

(1) Unidad Sectorial de Investigación y planificación Educativa (USIPE)

Criterios normativos para el Diseño de Edificios Escolares. Año 1982.

Pag. 35

Cuadro N° 02

N° Alumnos	Area Mínima por alumno	Superficie en M2.
300	10.00	3.000
400	10.00	4.000
500	9.75	4.875
600	9.50	5.700
700	9.50	6.475
800	9.00	7.200
900	8.75	7.875
1000	8.50	8.500
1100	8.25	9.075

El área mínima de un terreno para el nivel primario será de 3,000 metros cuadrados, o sea el equivalente a un predio para una escuela primaria de 6 aulas con capacidad máxima de 40 alumnos por aula y un índice de 12.5 metros cuadrados por alumno.

Para el nivel primario en el área rural, se considera un área óptima de terreno de 40 m² por alumno en el cual se incluyen áreas para prácticas agropecuarias y forestales.

c. Forma:

El terreno debe ser de forma regular, plano o de pendiente suave, no mayor del 10%.

Se deberá procurar que el terreno tenga una superficie ligeramente más elevada respecto al área circundante, para asegurar un drenaje natural y evitar los gastos por nivelación y relleno para obtener pendiente.

Los terrenos deberán ser preferentemente rectangulares con una relación largo-ancho máximo de 5/3.

(1) Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE)

Criterios Normativos para el Diseño de Edificios Escolares Año 1982

Pag. 35

1.2 Economía:

La preocupación por obtener el mejor rendimiento de los recursos disponibles, debe estar presente en todos y cada uno de los aspectos de la programación y el diseño, con la finalidad de poder alcanzar la solución económica, no sólo en cuanto al costo absoluto del edificio, sino también en el ajuste y utilización de superficies; en el aprovechamiento de materiales y sistemas constructivos apropiados, en la reducción del tiempo de ejecución, gastos de conservación y costo operativo del establecimiento.

La economía de costo sería:

La consecuencia natural de la aplicación de los criterios de programación y diseño; nunca el resultado de una disminución de los niveles de calidad exigidos para el uso de un establecimiento educativo.

1.3. Espacios Educativos: (Ambientes)

Es el conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, dependiendo de la actividad a desarrollar así serán las características de éstos.

Los espacios educativos o ambientes, desempeñan uno de los principales aspectos que se deben tener en cuenta e incluirse en la planificación, se puede decir que existen:

ESPACIOS EDUCATIVOS	AULAS
ESPACIOS ADMINISTRATIVOS	ADMINISTRACION, DIRECCION
CIRCULACIONES	CIRCULACIONES PEATONALES
ESPACIOS EXTERIORES	AREAS DEPORTIVAS Y DE RECREACION Y AREAS VERDES (Pacios, canchas deport.).
ESPACIOS SANITARIOS	SERVICIOS SANITARIOS y/o LETRINAS

En el Capítulo II, se tratarán los aspectos más importantes que deben cumplir cada uno de estos espacios.

1.4 Emplazamiento:

El emplazamiento del conjunto en el terreno debe incluir la relación entre la superficie ocupada por las construcciones y las superficies libres (áreas de recreación, educación física, áreas verdes, etc.)

La tendencia de este aspecto debe ser la de lograr el máximo de espacios abiertos, compatibles con el tamaño del terreno y del edificio a construir.

Las superficies construídas a nivel del terreno o planta baja ocuparán como máximo un 40% de la superficie del mismo, y deberán estar ordenados de modo que los espacios abiertos para los diferentes fines, puedan integrarse en espacios amplios de formas regulares.

1.4.1 Entorno:

La tarea escolar debe desarrollarse en un ambiente tranquilo y agradable, Por lo que las mejores condiciones de entorno las proporcionan las zonas residenciales con espacios abiertos y arbolados, calles tranquilas y de poco tránsito, alejadas no menos de:

120 metros	de centros generadores de ruidos, olores o emanaciones.
300 metros	de hospitales
500 metros	de cementerios

Y lo más alejado posible de áreas cuyas actividades sean discordes con las características y exigencias psicopedagógicas propias de la edad de los educandos, tanto en el aspecto físico como moral (cantinas, salones de baile, etc.).

Para la buena ubicación de un establecimiento educativo, es importante que esté cerca del equipamiento deportivo y/o de recreación de la comunidad, teniendo cuidado de no

ubicarlo cerca de cables de alta tensión y donde exista posibilidades de inundación, deslaves o hundimientos.

1.4.2. Accesibilidad:

Para una buena elección de un terreno, debe tomarse en cuenta sus facilidades de acceso, de acuerdo con las características de las calles circundantes y la afluencia natural de personas, deberá estar alejado de las vías de tráfico intenso, rápido o pesado y el número de entradas y salidas será reducido al mínimo para el control de ingresos y egresos.

1.4.3 Infraestructura Física:

Para el mejor funcionamiento de un plantel escolar, es indispensable la existencia de servicios públicos, tales como: líneas de electricidad, agua, drenajes, transportes, pavimento, teléfono, etc. El lugar debe de contar con el máximo de servicios para obtener las mejores condiciones de acceso y comunicación.

1.5 Orientación del Edificio:

Tanto el emplazamiento como la forma del edificio están condicionados por la necesidad de obtener una buena orientación para la iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los sectores del edificio, de acuerdo al destino de los espacios escolares que lo integran y las condiciones geográficas del lugar.

El diseño del conjunto deberá contemplar el control de la penetración solar, tratamiento de superficies externas, movimiento del aire, disposición de espacios exteriores, posición y protección de las aberturas exteriores y materiales de construcción.

"La orientación ideal será la norte-sur, abriendo las ventanas bajas de preferencia al norte. Sin embargo, la orientación será definida en el terreno, teniendo en cuenta principalmente el sentido del

viendo dominante, debiendo abrir las ventanas bajas en ese sentido".

En consecuencia se fija un máximo óptimo de 1200 alumnos para el turno de mayor demanda,

1.5.1 Superficie del Edificio:

El tamaño del edificio en cuanto a área requerida varía en función de las necesidades que tenga que satisfacer según sea la capacidad asignada y el nivel o modalidad de la enseñanza a que se destina el establecimiento.

Siendo la superficie mínima la que se indica a continuación:

Cuadro Nº 03

Area Construida	Nivel
4m ² / alumno	Preprimario
5m ² / alumno	Primario

1.5.2 Altura del Edificio:

El edificio escolar debe alcanzar un máximo desarrollo en la planta baja, dentro de los límites que imponen la dimensión del terreno disponible, la necesidad de espacios abiertos y la conveniencia de reducir recorridos de circulación e instalaciones.

Para el nivel Preprimario sólo deben construirse edificaciones de un nivel, y para el primario hasta un máximo de tres (3) niveles, tomando en cuenta la edad de los alumnos.

- (1) Unidad sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE) Criterios Normativos para el Diseño de Edificios Escolares. Año 1982 Pag. 35

1.6 Ventilación:

Aspecto de suma importancia, debido a que cada aula, mantiene durante los períodos de clase un número considerable de alumnos que llenan el aire contenido en ella de Anhídrido Carbónico lo cual roba el oxígeno, por lo que se hace necesario proveer el aula de una ventilación, preferentemente natural, evitando así, que el aire se contamine y afecte la salud de los alumnos, lo que perjudica a su vez el rendimiento.

En el área de Oriente, este problema se resuelve con la correcta ubicación y orientación del edificio escolar, la forma, ubicación y tamaño de puertas y ventanas. Con esto se logra que el aire interior del edificio esté constantemente renovado, la función principal de las ventanas es la de mantener el aire puro y regular la temperatura.

1.7 Comodidad:

Existen factores tanto internos como externos que deben de tomarse en cuenta para el buen desarrollo de la actividad escolar, siendo éstos:

- a) Comodidad Visual.
- b) Comodidad Térmica.
- c) Comodidad Acústica.

a.) Comodidad Visual

Para una buena comodidad visual, deben seguirse los siguientes criterios:

a.1. Criterio de Iluminación:

Una eficiente actividad escolar, requiere de un determinado nivel de iluminación, el que debe de analizarse en función de intensidad, brillo y dis-

tribución de luz, factores que sirven de guía para el diseño de ventanas, cuya área se determina dependiendo del nivel de iluminación deseado, evitando la incidencia directa de los rayos solares en los locales y equilibrando el tratamiento de colores.

La iluminación, siendo ésta artificial o natural, debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando así la proyección de sombras y contrastes muy marcados; ésta obliga a estudiar cuidadosamente la relación entre la fuente de iluminación y las posiciones de los alumnos, aunque éstas pueden variar por el carácter flexible de las actividades.

a.2. Nivel de Iluminación:

Para el establecimiento de niveles de iluminación óptima de los diferentes locales de un establecimiento escolar, se debe considerar:

a.3 Iluminación sobre las áreas de trabajo:

Esta se da en Luxes y varía de acuerdo a la naturaleza de la actividad y edad de los alumnos, como se puede observar en la siguiente tabla, la cual da los niveles de iluminación recomendados por tipo de local.

Para lograr una buena iluminación interior en las aulas es aconsejable de que las ventanas se localicen en la parte alta de los muros y dependerá directamente del tamaño del local, pues se logra una mejor iluminación en ambientes regulares que en uno grande y largo.

Cuadro Nº 04

NIVELES DE ILUMINACIONES RECOMENDADOS POR TIPO DE LOCAL (1)

NIVEL	TIPO DE LOCAL	NIVEL MINIMO DE LUXES
Preprimario	En general	100 - 200
	Aulas	200 - 400
Primario	Sala de gimnasia	100 - 200
	Aulas	250 - 500
Medio	Laboratorios	300 - 600
	Talleres	250 - 500
	Gimnasios	150 - 300
	Cafeterías	150 - 300

a.4 Brillantes:

Esta se refiere a la calidad de la iluminación y depende de la intensidad de la fuente de iluminación (Natural o Artificial), del color y del coeficiente de reflexión de los acabados en los muros y cielo del aula.

(1) Unidad sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE)
 CRITERIOS NORMATIVOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS ESCOLARES. Año 1982
 Pag. 4

Cuadro N° 05

COEFICIENTES DE REFLEXION ACEPTABLES PARA DIVERSAS
SUPERFICIES EN EL AULA

SUPERFICIE	COEFICIENTE DE REFLEXION
Cielo raso o techo	80% a 85%
Parte superior de los muros	80% a 85%
Muros en general	50% a 70%
Molduras y rebordes	30% a 40%
Parte superior de escritorios o mesas.	35% a 50%
Mobiliario	30% a 40%
Piso	15% a 30%
Pizarrón	15% a 20%

- (1) Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa. (USIPE)
CRITERIOS NORMATIVOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS ESCOLARES. Año
1982 Pags. 5,

COEFICIENTE DE REFLEXION DE ACABADOS MAS COMUNES (1)

Cuadro N° 06

Superficie	Tipo	Color	Coefficiente de Reflexión
	Muy clara	Blanco márfil crema	81 % 79 % 74 %
PINTADA	Bastante Clara	beige verde claro azul claro canela gris claro gris oscuro verde olivo	63 % 63 % 58 % 48 % 58 % 26 % 17 %
MADERA	Bastante oscura	roble claro roble oscuro caoba	32 % 13 % 8 %
CEMENTO	Oscuro	natural	25 %
LADRILLO		rojo	13 %

a.5 Tipo de Iluminación

Se recomienda la iluminación natural en una forma pareja y uniforme, sin que haya incidencia de rayos solares, sombras o deslumbramientos molestos.

La iluminación en un aula, puede ser de forma unilateral o bilateral, en ambos casos se recomienda que el área de ventana sea del 25% al 30% del área de piso.

En el caso de iluminación unilateral se recomienda que el techo y el muro del fondo sean de un color muy

claro en donde el muro del fondo no debe estar a una profundidad mayor de 2.5 veces la altura del muro que tenga ventanas.

a.6 Color:

Es uno de los elementos que ayudan a optimizar la iluminación natural y evitar la reverberación.

Para las áreas de Oriente en donde la luz solar es muy intensa, se recomienda el uso de colores fríos (verde, azul, gris, etc.) complementados con aquellos que tengan un efecto tranquilizante y el uso de contraste para aislar o reforzar las áreas de interés, recomendándose la ayuda de colores complementarios como:

Naranja ---- azul, azul oscuro, pardo, verde oscuro.

Rojo ----- verde o azul oscuro.

Amarillo ---- azul y violeta.

Verde ----- rojo violáceo.

b.) Comodidad Térmica

Depende directamente de la ventilación del ambiente, la cual debe ser constante, alta, cruzada y sin corriente del aire, utilizando un mínimo de 6m³ de volumen de aire por alumno.

En las regiones de clima cálido, se recomienda que mientras más alta sea la temperatura exterior más baja deberá ser la temperatura interior, por esta razón las zonas contiguas a las aberturas de ventilación de las ventanas deben de estar a la sombra para que el aire caliente se eleve y el frío descienda.

c.) Comodidad Acústica:

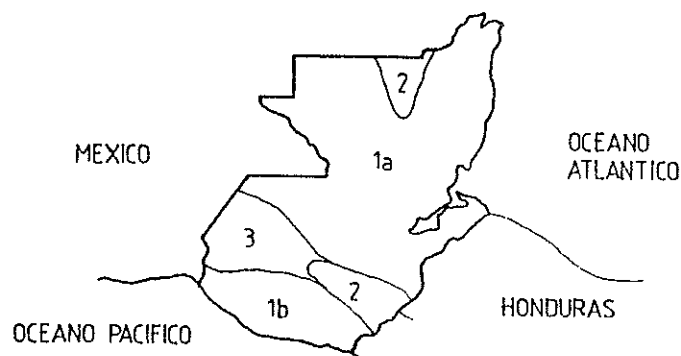
Es muy importante pues influirá en el estado anímico de los alumnos, un edificio educativo debe ser libre de ruidos o interferencias sonoras que puedan molestar el oído o servir de distractores. Cuando el ruido es generado en la propia aula se recomienda el uso de los muros de materiales porosos que son las que mejor absorben el sonido.

1.8 Aspectos Clímaticos:

“Es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera, en un punto determinado de la superficie terrestre”. (1)

Es muy importante tener en cuenta los factores climáticos en las actividades escolares, a tal punto que cualquier falta de previsión en este sentido pueda llevar a niveles inaceptables en el rendimiento de los espacios educativos. Por lo que las características climáticas que corresponden a temperaturas, precipitación pluvial, vientos dominantes, humedad, asoleamiento y luminosidad son determinantes en las condiciones adecuadas de habitabilidad de los espacios educativos.

En el país existen 5 regiones climáticas registradas, siendo éstas: (2)



- (1) ENRIQUE ROMERO BREST. Tratado de Geografía General, Buenos Aires, Argentina. CBANT Y CIA 1924 Pags. 256.
(2) INSTITUTO GEOGRAFICO. ATLAS NACIONAL DE GUATEMALA, 1972.

Cuadro N° 07

ASPECTOS	REGIONES CLIMATICAS			
	1a	1b	2	3
Jerarquía de Temperatura	Cálida	Cálida	Cálida	Templado
Tipo de Variación de Temperatura	Invierno Benigno	Sin estación fría bien definida	Invierno Benigno	Invierno Benigno
Jerarquía de Humedad	Húmedo	Húmedo	Seco	Húmedo
Tipo de Distribución de Lluvia	Sin estación seca, bien definida	Con invierno seco	Invierno Seco	Invierno Seco

Los vientos soplan paralelamente al río en la cuenca del Motagua, entre la Bahía de Amatique y el Departamento de El Progreso.

El clima de esta región corresponde al cálido, ya que la temperatura es alta, variando de 25°C a 33°C aproximadamente. Siendo las temperaturas relativamente altas, pero uniformes, las variaciones estacionales promedio son de 4 grados centígrados, aunque las variaciones diarias son mayores de 10 grados centígrados.

Al existir estas regiones climáticas en el país se debe contar con un tipo de edificio escolar, que pueda adecuarse para cada tipo de región, por lo que en el presente trabajo se diseñará el edificio que pueda construirse en la región cálida seca, de los Departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula.

1.8.1 Clima:

El clima es caluroso y por ser una región que al estar situada en los valles que forman la cordillera del Sistema de la Sierra Madre; por el norte con la Sierra de Chuacús, la

Sierra de las Minas y las Montañas del Mico, al Este con la Montaña de Copán y la Sierra del Merendón, conformando una zona seca con escasa precipitación pluvial, al frenar el paso de la mayoría de nubes portadoras de agua.

1.8.2 Temperatura:

Las temperaturas medidas al nivel del mar son de 27°C a 28°C las cuales en los meses de abril y agosto alcanzan valores de más de 30°C.

Con base en la clasificación de clima Thornthwaite, se ha definido lo que podría llamarse "Gradiente Térmico" medido para el territorio nacional, cuyo valor es de 176 metros por 1°C; con este criterio se establece la siguiente clasificación:

CALIDO 23.9°C entre 0 y 650 m.

SEMI - CALIDO 18.7°C a 23.9°C de 650 a 1,400 m

Considerándose esta zona del tipo cálido, ya que la temperatura varía de 25°C a 33°C aproximadamente. Siendo las temperaturas relativamente altas, pero uniformes. Las variaciones estacionales promedio son de 4 grados centígrados, aunque las variaciones diarias son mayores de 10 grados centígrados.

1.8.3 Humedad y Precipitación:

Esta región presenta una precipitación media anual de 400 a 600 milímetros de lluvia, existiendo en total de 45 a 60 días de lluvia en el año.

1.8.4 Vientos:

Los vientos que predominan en el territorio nacional son nor-nordestes al sur -suroeste-, siguiendo las características normales de los alisios, por lo general, la intensidad máxima

de los vientos normalmente sobrepasa los 75 a 80 kilómetros por hora, habiendo zonas como los Llanos de la Fragua, en que los períodos de calma son sensiblemente notorios y con índices de humedad relativa que raras veces llega al 50%.

Los vientos se manifiestan en forma dominante, en la dirección nor-noroeste, durante todos los meses de año, a excepción de marzo y octubre, meses durante los cuales los vientos actúan con dirección sur-sureste teniendo una velocidad media de 9.5 kilómetros por hora.

1.8.5 Suelos:

Los suelos de la región son poco profundos en los casos donde la erosión ha sido muy severa por el cultivo de laderas.

Siendo la textura franco y franco arcilloso, hasta una profundidad de 0.26 metros. Los sub-suelos son de textura franco arcilloso, con un color café claro o café amarillento, ligeramente ácidos, hasta un metro de profundidad como promedio.

El material de que está compuesto el suelo en su mayoría ha sido transportado y depositado por el agua y se trata de suelos bien drenados.

La cubierta vegetal consiste en una maleza abierta con una cantidad considerable de cactus, tunos, etc.

La conformación por lo general son pendientes inclinadas, en muchos lugares con una inclinación mayor de 50%, pero el promedio es alrededor del 20% en casi toda la región.

CAPITULO II

2.- **Planificación:**

Es uno de los aspectos más importantes, pues vendrá a ser la base para que el conjunto de edificaciones queden enmarcadas dentro de los lineamientos que conllevan el buen desempeño del proceso enseñanza-aprendizaje y cumplan la función para lo cual fueron diseñados, por lo que es necesario conocer cada parte del conjunto arquitectónico que formará la edificación.

2.1. **Espacios Educativos: (ambientes)**

Es el conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, el que se desarrolla en forma gradual e integrada por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, socio-emocional, de la actividad creadora y de la sensibilidad estética, exigiendo la aplicación de diversas técnicas y recursos pedagógicos atendiendo la naturaleza de las mencionadas actividades, los que influyen en que las características de los espacios educativos, varíen de acuerdo a los requerimientos pedagógicos.

2.1.1 **Aula Teórica:**

Es el espacio educativo que se conoce comunmente como aula y que tiene entre sus características las siguientes:

a. **Función:**

La naturaleza teórica total o parcial del contenido de los programas de estudios, que exigen espacios educativos flexibles y versátiles que permitan el desarrollo no sólo del método tradicional expositivo sino el de otras técnicas didácticas que generan otro tipo de actividades.

b. Capacidad:

Las aulas deben construirse para acomodar como máximo 40 alumnos para el nivel preprimario y primario.

Siendo las dimensiones ideales las de 6x9x4 metros para un grupo de 40 alumnos.

La superficie por alumnos depende del nivel educativo como se puede ver en la siguiente tabla. (1)

Cuadro N° 08

N I V E L	Area por alumno (M2)	
	OPTIMO	MINIMO
Preprimario	2.40	2.00
Primario	1.50	1.25

c. Superficie:

Se debe considerar únicamente el caso crítico, es decir, cuando se toma la capacidad máxima del aula dependiendo del nivel educativo.

(1) Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE)
CRITERIOS NORMATIVOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS ESCOLARES
Año 1982. Pag. 46

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Cuadro N° 09

N I V E L	SUPERFICIE TOTAL M2	
	Capacidad del	Máxima Aula
	Optimo	Mínimo
Preprimario	72	60
Primario	60	50

Se recomienda que la forma del aula sea cuadrada o rectangular o que la proporción largo ancho no exceda una relación de 1/1.5

d. Altura:

La altura mínima para los muros deberá ser de 2.50 mts. y 3.00 como máximo, en las escuelas preprimarias deberá dársele una altura que asemeje la del hogar.

e. Comodidad:

Este aspecto es muy importante de cubrir, porque es donde el alumno se sentirá a gusto en el aula y por ende captará mejor las enseñanzas que se le impartan. Entre los principales componenetes de comodidad que deben cubrirse están:

- (1) Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE)
 CRITERIOS NORMATIVOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS ESCOLARES
 Año 1982. Pag. 46

e.1 Comodidad Visual:

La distancia máxima del alumno sentado en la última fila al pizarrón no deberá exceder a 8.00 m. y el ángulo horizontal de visión respecto al pizarrón de un alumno sentado en cualquier lugar no será menos de 30 grados.

e.2 Iluminación:

La iluminación natural deberá ser bilateral y diferenciada, considerando como fuente principal la proveniente del lado izquierdo del estudiante, viendo hacia el pizarrón.

Para asegurar que la iluminación natural sea suficiente y uniforme, la superficie de ventanas deberá ser por lo menos el equivalente a un tercio (1/3) del área de piso del aula.

El nivel de iluminación deberá ser uniforme de acuerdo a los distintos niveles educativos. (cuadro # 04)

e.3 Acusticos:

Se consideran las aulas teóricas como locales tipo 3 de generación de ruidos y como tipo 3 de tolerancia.

El aislamiento acústico recomendable considera un nivel de atención de ruido de 20 a 30 decibeles como mínimo para los elementos de cierre lateral.

e.4 Térmico:

Para el área de oriente que por lo general es una zona con temperaturas altas se debe tratar de proporcionar una ventilación constante, alta cruzada y controlable por medios mecánicos. El área de abertura de ventanas deberá permitir un mínimo de 6 cambios

por hora de volumen total de aire contenido en el local.

Cuando la orientación resultante sea desfavorable, durante las horas de clase deberá considerarse el uso de aleros o parteluces para proteger el ambiente interior de la penetración de los rayos solares directos del reflejo de la radiación solar.

El volumen interior no deberá ser menor de 3.00 M³ por alumno y en lugares de clima caluroso deberá aumentarse a 4.00 M³ por alumno.

2.1.2 Dirección:

Es el local que servirá para que trabaje el director, quien es el responsable del funcionamiento del establecimiento, y le corresponde coordinar al personal docente.

a. Capacidad:

La dirección tendrá una capacidad para 6 personas como máximo y se considera un promedio de 1.70 M² por persona como mínimo y 2.00 como óptimo.

b. Superficie:

La Dirección tendrá un área aproximada de 10 m² como mínimo y 12m² como superficie óptima.

c. Comodidad- Visual:

La iluminación deberá ser suficiente y uniforme, alcanzando un nivel de 300 Luxes sobre la superficie de trabajo.

d. Comodidad- Acústico:

Se deberá dotar a estos locales de un debido aislamiento acústico, de manera que se garantice un ambiente tranquilo y de privacidad.

e. Comodidad - Térmica:

Tratándose del área de Oriente del país, deberá proporcionarse a estos locales, una ventilación alta y la apertura de las ventanas deberá permitir un mínimo de 6 cambios por hora del volumen total de aire contenido en el local.

2.1.3 Cocina - Bodega:

Tomando en cuenta las deficiencias que presenta la nutrición de la mayoría de la población guatemalteca, el Ministerio de Educación, ha dispuesto que en los establecimientos educativos de los niveles pre-primario y primario, se proporcione a los alumnos, la "refacción escolar", que consiste en un vaso de leche o cereal, con un complemento alimenticio que en la actualidad es la llamada "galleta nutritiva o pan nutritivo", por lo que se necesita de un local adecuado para la preparación de la refacción y/o almacenamiento de los alimentos.

a.) Capacidad:

La capacidad del local en cuanto al número de personas será de una, quien es la encargada de preparar la refacción.

b. Superficie:

El tamaño estará vinculado a la capacidad de la escuela, y no al nivel correspondiente, e incluye áreas de: almacenamiento, preparación y limpieza:

Se recomiendan las siguientes superficies:

Para escuelas de hasta 500 alumnos 15.00 m²

Para escuelas de 500 a 1000 alumnos 25.00 m²

c. Forma:

Estos locales deben contar con cuatro áreas atendiendo a la función a la que están destinados.

Area de almacenamiento de materia prima.
(bodega)

Area de preparación de la refacción escolar.

Area de lavado de equipo de cocina.

Area de almacenaje de equipo de cocina.

Es conveniente que entre el área de almacenamiento de materia prima y las demás áreas exista una separación, diferenciando el área de almacenaje de materia prima (bodega) y las demás áreas.

d. Comodidad Visual:

La iluminación del local deberá ser uniforme y el nivel mínimo aceptable sobre la superficie de trabajo será de 150 a 200 Luxes.

e. Comodidad Térmico:

El local deberá tener facilidad de una buena ventilación la cual será alta, cruzada, constante y uniforme, previéndose como mínimo 6 cambios por hora del volumen del aire del local.

2.1.4 Sanitarios:

La instalación de sanitarios en el edificio escolar se hará principalmente con el fin de proporcionar los medios adecuados de higiene (aseo y necesidades fisiológicas), depen-

diendo su eficacia tanto de la cantidad de unidades necesarias, en relación al número de alumnos, como su estratégica ubicación en relación a las áreas a las que deben servir y se construirán y/o colocarán únicamente en los edificios educativos que cuenten con redes de drenajes, para los casos que no se cuente con drenajes se utilizarán letrinas con pozo ciego.

a. Capacidad:

El número de artefactos sanitarios estará determinado por el número de alumnos del plantel, la tabla a continuación da los índices recomendables no debiéndose aceptar en ningún caso menor de dos unidades de cada artefacto.

Cuadro N° 10

ARTEFACTOS	PRIMARIA
LAVAMANOS	1 cada 20 alumnos
INODOROS	1 cada 40 varones 1 cada 20 niñas
MINGITORIOS	1 cada 20 varones
BEBEDEROS	1 cada 60 alumnos

(1) Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE)
CRITERIOS NORMATIVOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS ESCOLARES
Año 1982. Pag. 144.

b. Area por alumno:

Se aplicará como mínimo 0.12 m^2 por alumno o usuario para servicios sanitarios que incluyan lavamanos, inodoros y mingitorios.

c. Superficie:

El área total dependerá del número de alumnos para el que esté diseñado el edificio, sin embargo deberá observarse ciertos índices generales, como los siguientes:

Los espacios para inodoros tendrán como mínimo 1.20 metros de largo por 0.80 metros de ancho, y el área mínima de sanitario será de 6 m^2 .

d. Forma:

El local destinado a la instalación de servicios sanitarios deberá diseñarse en forma tal que en la distribución interior se observen las dimensiones adecuadas de los recintos, puertas y separación de artefactos y fluidez en las circulaciones interiores, con el fin de facilitar su adecuado uso y limpieza.

2.1.5 Letrinas:

Estas se utilizarán en las áreas donde no se cuente con redes de drenaje existiendo varios tipos, siendo las más comunes las letrinas ciegas, las cuales consisten en una caseta sobre un pozo que acumula las evacuaciones fisiológicas.

a. Capacidad:

El número de letrinas que se recomienda es de una para cada 20 alumnos y como mínimo 3 por establecimiento educativo.

b. Superficie:

El ancho mínimo para un espacio de letrina, debe ser de 0.80 m. y un largo de 1.20 metros.

c. Forma:

Como el mínimo de letrinas que se deben utilizar es de tres, se recomienda el uso de módulos de tres unidades alineadas en forma rectangular, utilizándose dos de ellas para los alumnos y la otra para profesores.

d. Ubicación:

Se debe ubicar a un mínimo de 30 m. del módulo de aulas a una distancia no menos de tres (3) metros con respecto a las colindancias, teniendo el cuidado de que el fondo del pozo quede a una altura mínima de 0.80 m. sobre la napa freática.

La localización de los módulos de letrinas, deben quedar en un lugar donde el viento dominante no arrastre hacia las aulas los olores provenientes de estas y en un lugar de fácil localización.

2.2. Materiales de Construcción:

Para lograr un bajo costo en la construcción de escuelas, deben usarse de preferencia, los materiales que predominan en la región, o bien que sean fáciles de obtener. Y el uso de ellos deberá estar regulado para lograr los beneficios de una buena iluminación, ventilación natural, comodidad, seguridad y economía.

En el área de oriente el acondicionamiento térmico, es muy importante debiendo utilizar un sistema activo de enfriamiento el que principalmente, se logra por una ventilación cruzada alta a través de la correcta ubicación de las

ventanas y de otros elementos que ayuden a lograr una ventilación natural libre (Celosías).

Las escuelas deben estar cuidadosamente situadas y orientadas con relación al sol, a factores climáticos y topográficos, debiendo excluirse la incidencia de los rayos solares directos, en los distintos ambientes, por lo que los materiales a usarse deben de cumplir con ciertos requisitos tanto de seguridad como de comodidad y presentación.

En un material la transmisión de calor y humedad, dependen de su naturaleza y grosor, en donde la capacidad de retener calor de un material depende de su calor específico, y densidad. La temperatura de la superficie de un área, no es afectada sólo por la temperatura del aire y el coeficiente de transmisión de calor, sino que también por el aumento de aumento de la temperatura debido a la radiación. La radiación emitida por el sol o por cualquier otro cuerpo puede ser absorbida, es decir convertida en calor, al pegar sobre un muro, techo o ser reflejada, es decir que no se absorbe del todo, esto es válido también para muros dobles porque la transmisión de calor por radiación es independiente del medio y se da aún en el vacío.

La emisión de calor de un cuerpo es directamente proporcional a su absorción y la cantidad de calor que absorbe un cuerpo de la radiación solar depende mucho del calor de la superficie, en la tabla siguiente se puede apreciar el % de reflexión y absorción de radiación solar para algunos materiales de construcción.

Cuadro N° 11

MATERIAL	% REFLEJADO	% ABSORBIDO
ASFALTO	7	93
ASBESTO CEMENTO NUEVO	39	61
ASBESTO CEMENTO VIEJO	17	83
ASBESTO CEMENTO LAVADO	60	40
LAMINA GALVANIZADA	35	65
LAMINA GALVANIZADA VIEJA	10	90
CONCRETO	35	65
ALUMINIO	87	13
ARENA BLANCA	59	41
LADRILLO DE BARRO COCIDO ROJO	30	70
GRAMA	20	80
ARENA GRIS	18	82
PINTURA BLANCA	79	21
PINTURA AMARILLA	52	48

(1) Diseño de Escuelas para Nor-Oriente

Tesis Facultad de Arquitectura. VITELIO CUJANTRE BLANCO.

Año 1984. Pag. 69

En cuanto a los materiales de construcción que se conocen y de los cuales se tienen datos de sus características y son más usados en la construcción, en estos departamentos tenemos que los más comunes son:

ZACAPA:

- Arena de río
- Block de arena de río
- Block de Pomez
- Madera de pino
- Cantos rodados
- Piedrín triturado
- Madera Rolliza
- Adoquín de concreto
- Tubería de cemento
- Cal viva
- Hierro de 3/8 y 1/4 comercial
- Adobe de barro
- Pita de maguey

EL PROGRESO

- Arena de río
- Block de arena de río
- Block de pómez
- Cantos rodados
- Piedrín triturado
- Madera rolliza
- Adoquín de concreto
- Tubería de cemento
- Cal viva
- Hierro de 3/8 y 1/4 comercial
- Adobe de barro
- Pita de maguey

CHIQUIMULA

- Ladrillo de barro cocido
- Teja de barro
- Arena amarilla
- Adoquín
- Tubería de cemento
- Cal viva
- Hierro de 3/8 y 1/4 comercial
- Adobe de barro
- Block de pómez
- Block de arena de mina
- Block de arena de río.

Comprobándose que estos materiales se usan comunmente por su bajo costo, por su facilidad para encontrarlos en el mercado y por no existir otro tipo disponible que reúna los requisitos mínimos de seguridad.

2.2.1 Acabados:

Siendo dentro del proceso enseñanza-aprendizaje un factor muy importante el aspecto visual, que haga agradable a primera vista el lugar de permanencia del alumno, los acabados vienen a constituir la forma de presentación del local por lo que juegan un papel muy importante dentro de la edificación, recomendándose los siguientes:

2.2.1.1 Muros

Estos en su mayoría serán de block expuesto o ladrillo visto, debiendo observarse que queden en su mayoría libres de desechos de material aglomerante

(savieta) y conservando una alineación o colocación adecuada.

Cuando se presentan casos de block sucio, por efectos de manejo de la savieta, una forma fácil y efectiva de lograr que queden limpios, es el de frotar las superficies manchadas con un pedazo de block del que queda de sobrante de la obra.

No se recomienda el uso de repello, cernido o blanqueado en donde se use arena blanca o amarilla, por no existir bancos de material próximos, lo que aumentaría el costo de la mano de obra calificada así como su transporte.

Si se le quiere dar otra apariencia al block y a la vez impermeabilizarlo, una forma fácil de lograrlo, es aplicándole le una lechada de agua de cemento cuya proporción aconsejable sería 1/10 (cemento/ agua).

2.2.1.2

Pisos:

En la actualidad en muchas escuelas se tiene que el piso es el terreno del lugar, por lo que se recomienda una torta de concreto de un espesor de 0.08 m., aunque también por estética se podrían usar ladrillos de cemento líquido.

2.2.1.3

Techos:

Presenta una modalidad de madera para la estructura y lámina de zinc para la

cubierta, siendo la madera más usada la de pino, debido a su facilidad de obtención así como su precio, también se observa que en algunos lugares para la cubierta, se utiliza la teja de barro cocido por existir bancos de arcilla próximos.

Después de la comparación de costos y durabilidad de los materiales se recomienda el uso de una estructura metálica portante, la cual será de fácil instalación así como una cubierta de lámina de fibras naturales

2.2.1.4 Puertas:

Estas generalmente son de duelas de pino, las cuales se fabrican por artesanos del lugar y la mayoría no presenta ningún tipo de acabado o pintura, siendo además inseguras.

2.2.1.5 Ventanas:

Lo que generalmente se usa es un tipo de balcón formado por tubos de metal, teniendo en algunos casos un acabado de pintura anticorrosiva y un adorno conocido generalmente como "colochos"

CAPITULO III

3. ANALISIS DE COSTO.

Siendo el factor económico el determinante para la realización de proyectos de infraestructura física en nuestro medio, se tiene que poner especial cuidado en no tratar de lograr un proyecto que tenga la mejor solución arquitectónica, estructural, de comodidad y que su costo sea elevado, sino el de lograr un proyecto en donde se aproveche al máximo los recursos que se tienen y que presente las condiciones de seguridad adecuadas, que ofrezca comodidad y funcionamiento; por lo que adaptándose al área oriente del país se verán las opciones que se pueden presentar para lograr un proyecto de construcción de un edificio escolar en donde se optimicen los recursos:

3.1 Investigación general:

En las áreas rurales de los Departamentos de Zacapa, Chiquimula y El Progreso, se puede observar que los materiales y tipo de construcción que generalmente se usa es el de adobe - lámina de zinc; block - lámina o madera - lámina; por encontrarse algunos de estos materiales en el lugar y por su bajo costo.

El objetivo principal es el de lograr un edificio escolar que reúna los requisitos de habitabilidad y seguridad, así como bajo costo. En el cuadro siguiente se puede observar como varían los costos por m² de las distintas unidades ejecutoras que se dedican a la construcción de edificios escolares y el costo aproximado por m² de construcción.

Cuadro N° 12

UNIDAD EJECUTORA	COSTO POR M2 Q	AULA	FINANCIAMIENTO
UCEE	1,400	7.35*7.35	Gobierno de Guatemala
OBRAS PUBLICAS	1,800	5.40*8.40	Gobierno de Guatemala
FONAPAZ	1,200		Gobierno y Comunidad
DIGEPA	1,200	7.60*7.60	Gobierno de Guatemala
MINSTERIO DE DESARROLLO	1,200	56.00m2	Gobierno y Comunidad
INSTITUCIONES INTERNACIONALES	950	7.20*7.20	Gobiernos extranjeros y Comunidad
MUNICIPALIDAD	810	5.40*8.40	Gobierno y Comunidad
SOLUCION PROPUESTA	625	7.60*7.60	Plan tripartito
FIS	900	7.35*7.35	Gobierno
ONG'S	950	7.36*7.36	Donaciones
INICIATIVA PRIVADA	1,000	5.40*8.00	Empresa Privada

Estos costos varían debido a factores como calidad de la obra, variación en el diseño, acceso al lugar, y tipo de construcción.

Algunos de estos costos no reflejan el verdadero costo por metro cuadrado de aula, al no estar incluidos gastos de administración, mano de obra no calificada, etc.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

3.2 Opciones de inversión:

Al necesitarse la construcción de un edificio escolar, surge principalmente el problema de los fondos necesarios, por lo tanto las comunidades por lo general acuden a las siguientes instituciones:

- 1.- Entidades de Gobierno:
Dirección General de Coordinación de Proyectos de Apoyo del Ministerio de Educación (DIGEPA)
Unidad de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Comunicaciones Transportes y Obras Públicas (U.C.E.E.)
Direcciones Regionales de Obras Públicas
Cuerpos de Ingenieros del Ejército.
Fondo de Inversión Social (FIS)
Fondo Nacional para la Paz. (FONAPAZ)
- 2.- Municipalidades
- 3.- Comités de Desarrollo
- 4.- Organismos Internaciones (Embajadas Prodere, Cogat etc.)
- 5.- Organismos No Gubernamentales (ONG'S)
- 6.- Empresas Privadas.

Todas las anteriores, ayudan en gran manera a resolver la carencia de edificios escolares, pero debido a que las necesidades son muy grandes, existe a la fecha un déficit de 4,280 edificios escolares de los cuales 3,800 se ubican en áreas rurales. De acuerdo a la experiencia que se tiene en nuestro medio se ha podido comprobar que para lograr un bajo costo, en la realización de la obra la mejor opción puede ser:

3.2.1 Convenios tripartitos:

En los lugares en donde se han llevado a cabo, presenta la mejor opción para lograr un edificio escolar de bajo costo, ya que se involucran tres entidades que bien coordinadas y relacionadas, los que pueden lograr un edificio que reúna

los requisitos tanto estructurales como de comodidad, estética y de un costo deseado.

Se les llama convenidos tripartitos porque en ellos intervienen:

3.2.1.1 La comunidad:

Está formada por los usuarios del edificio (padres de alumnos), los que coordinados con los maestros y alumnos se encargarán de proporcionar la mano de obra no calificada y de proveer de los elementos necesarios tales como agua, electricidad, etc. y de algunos materiales de patio como la arena de río, pedrín, piedra bola, madera, etc.

3.2.1.2 Las Municipalidades:

Al contar con un proyecto concreto de lo que se quiere edificar, ésta puede proporcionar la mano de obra calificada y algunos materiales.

3.2.1.3 Entidades

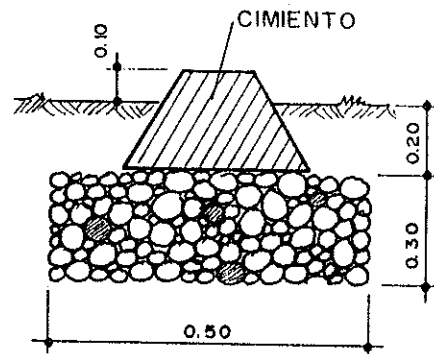
Son las encargadas de satisfacer la necesidad, pero debido a su insuficiencia para solucionarlas, deben de proveer en la medida de sus posibilidades y de preferencia de una forma total los materiales, mano de obra que se deban de utilizar, así como la orientación, diseño, planificación y supervisión del trabajo a realizar, entre las entidades que tienen esta función están el Departamento de Mantenimiento de Edificios Escolares, Dirección General de Proyectos de Apoyo, DIGEPA, etc. Esta opción puede tener una variante al ser sustituida alguna de las Instituciones mencionadas anteriormente por una Organización no Gubernamental (O N G'S)

CAPITULO IV

4 SISTEMA Y METODOS CONSTRUCTIVOS

4.1 Cimentación:

Para lograr una buena cimentación y de acuerdo al tipo de terreno, que en estas regiones es del tipo franco arcilloso con regular cantidad de piedra, se recomienda la construcción de plataformas de piedra con una base (ancho) mínima de 0.50 m. y altura de 0.40 m la cual deberá ser ligada con mortero de arena en una proporción 1/3.



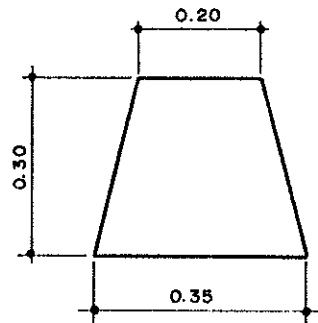
Proporción de la mezcla:

Piedra	1.25 m ³
Cemento	1.73 quintales
Arena de río	0.34 m ³
Agua	44 litros

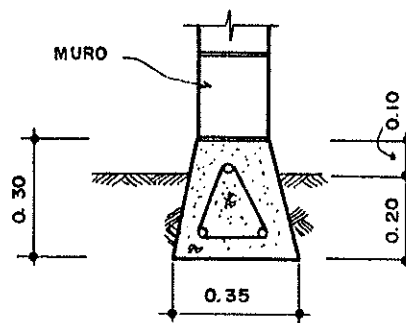
La piedra bola por ser muy común en estas regiones es fácil de obtener.

Se recomiendan estas plataformas para lograr una base nivelada y estable.

El cimiento corrido será de forma trapezoidal con las siguientes dimensiones:



Este cimiento hará las veces de solera de humedad y se ubicará en todo el pie de la estructura de mampostería.

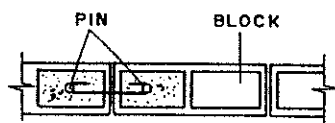


REFUERZO:

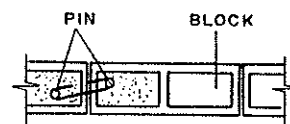
3 No 3 CORRIDOS
ESTRIBOS No 2 @ 0.15

4.2 Muros:

El proceso constructivo que se utilizará es a base de pines distribuyendo el acero de refuerzo a lo largo del muro, esto para lograr una economía al no usar formaleta para fundición, dando una mejor presentación en los lugares donde no se cuente con mano de obra calificada para efectuar tallados. Se debe tener cuidado de que los pines queden alineados y centrados de acuerdo a los agujeros de block.



CORRECTO



INCORRECTO

La solución que se propone tiene el tamaño adecuado para su uso, ya que está modulado para el mejor aprovechamiento de los materiales y así obtener el menor desperdicio, por lo que la estructura principal estará formada por pines fundidos entre el block, los que se fijarán directamente con el cemento corrido. Los refuerzos verticales (columnas), estarán formados por 4 clases de pines.

C1 = 3 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.20 fundido interblock

C2 = 2 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.20 fundido interblock

C3 = 5 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.20 fundido interblock

C4 = 4 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.20 fundido interblock

C5 = 1 No. 3 fundido interblock

C6 = 4 No. 4 + eslabón No. 2 @ 0.20 fundido interblock

C7 = 2 No. 4 + eslabón No. 2 @ 0.20 fundido interblock

Los refuerzos horizontales (solera) se formarán de blocks del tipo "U" y podrán ser:

Solera intermedia = 2 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.15

Solera final = 3 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.15

Solera silla = 3 No. 3 + eslabón No. 2 @ 0.15

Ver detalles Hoja Nº 7/16

El concreto a utilizarse será con una resistencia mínima a la compresión de 210 kg/cm^2 y el acero de 4,200 F'Y

4.3 Techo:

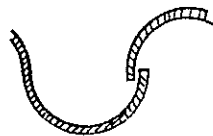
Después de los análisis económicos de las distintas estructuras de techo que se podrían utilizar, se determina que una estructura de perfiles "C" con una cubierta de lámina de fibras naturales y cemento (perfil 10 ó similar) es la adecuada.

La estructura principal está formada por una viga central encajuelada (dos perfiles "C" unidos de 2" x 8") anclados a los ejes longitudinales de la estructura de concreto principal y sobre esta viga, costaneras formadas con perfiles "C" de 2" x 4" en las luces de las aulas y una viga encajuelada de 2" x 6" en las luces del corredor (ver planos Nos. 8,9,10/16)

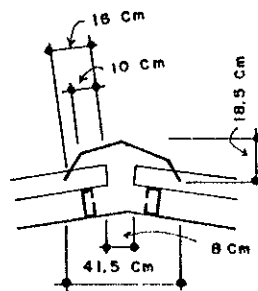
Este techo tiene la ventaja de ser de fácil instalación y de una comodidad visual agradable así como de durabilidad prolongada.

4.4 Cubierta:

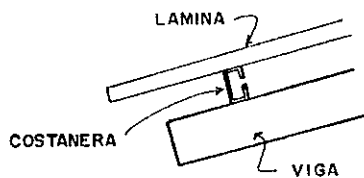
La lámina de fibras naturales se deberán colocar siguiendo las siguientes especificaciones del fabricante:



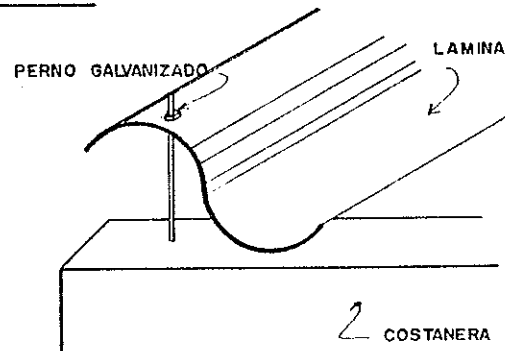
TRASLAPE CORRECTO



CUMBRERA

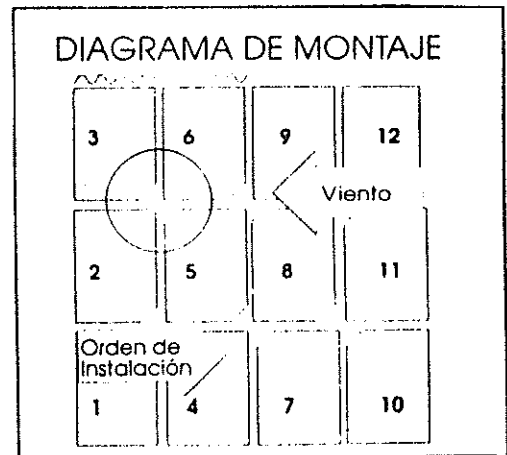
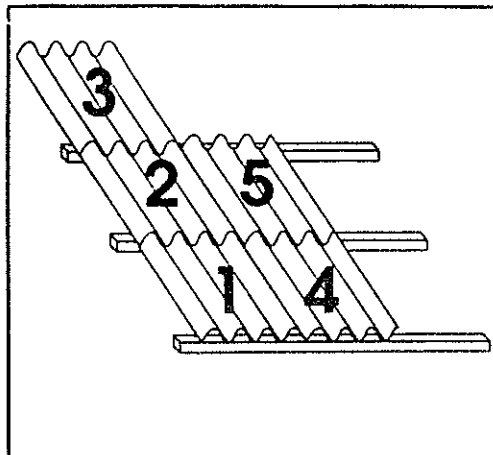


ALERO FRONTAL



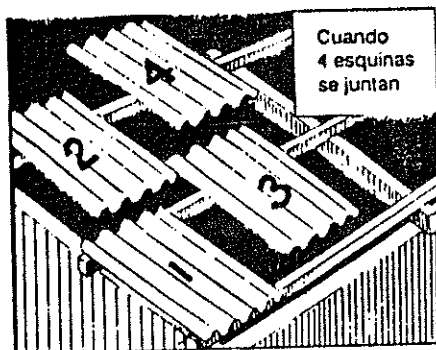
ALERO LATERAL

FUENTE:
CATALOGO DURALITA
AÑO 1995

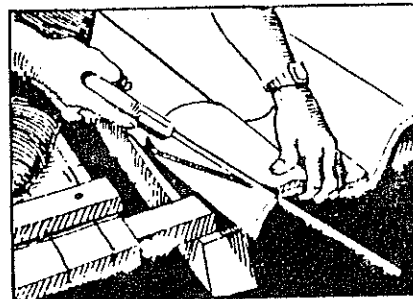


En todo encuentro de 4 láminas, siempre se deberán cortar las esquinas.

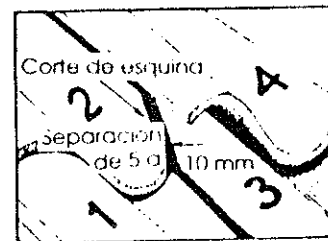
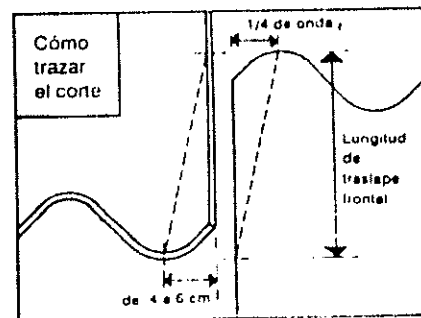
CORTE DE ESQUINAS



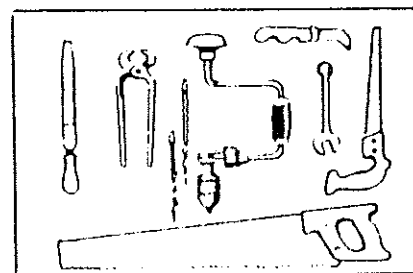
Se deberán cortar las láminas 2 y 3 que son las intermedias, la lámina 1 cubre por debajo y la 4 cubre el corte por arriba

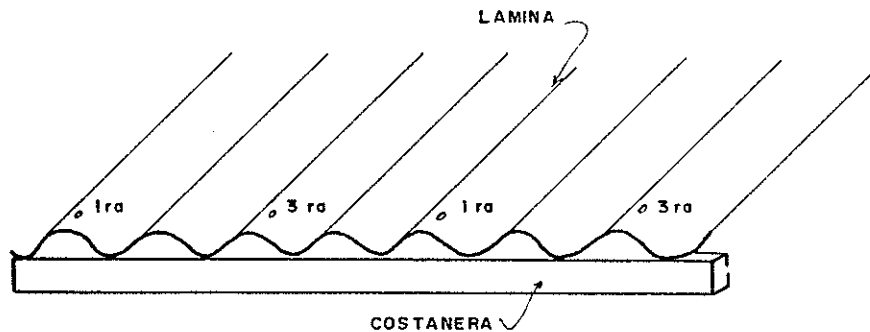


Se recomienda sacar una plantilla con un pedazo de lámina, para facilitar el marcaje.

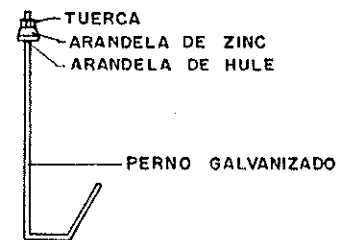


HERRAMIENTAS





DISTRIBUCION DE FIJACION



FUENTE:
CATALOGO DURALITA
AÑO 1995

4.5 Instalaciones Básicas:

Por lo general, los lugares donde se proyecta edificar este tipo de estructuras (área rural), no cuenta con los servicios de electricidad y drenajes y en contados casos tienen agua potable, de manera que para el tratamiento de los desechos orgánicos, se utilizan letrinas ciegas las que no deberán estar a una distancia menor de las aulas de 30 metros, teniendo cuidado de que la dirección del viento sea contraria a las aulas.

4.5.1 Agua potable y drenajes:

Por lo general no existe una red de abastecimiento de agua potable utilizándose comúnmente agua extraída de pozos artesanos y en los lugares que sí cuentan con red de abastecimiento, ésta llega a una pila, la cual desagua a flor de tierra ocasionando problemas de contaminación, así como un

aspecto desagradable. Siendo el agua un elemento necesario tanto para las labores de limpieza como para la alimentación (preparación de la refacción escolar), se propone que se ubiquen dos fuentes de abastecimiento como mínimo.

Siendo la primera la colocación de un lavatrastos de concreto en la cocina y una pila de 2 lavaderos con 3 chorros a un costado del área ocupada por las letrinas, utilizándose para el desagüe tubería Ø 8", de cemento conectadas a un pozo de absorción.

Cuando el proyecto sea ejecutado en una zona que cuenta con el servicio de electricidad, se deberá contemplar de la siguiente forma:

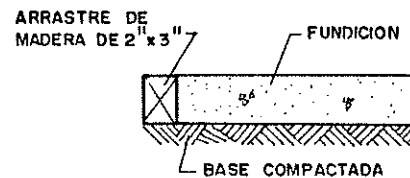
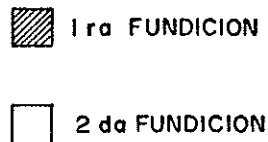
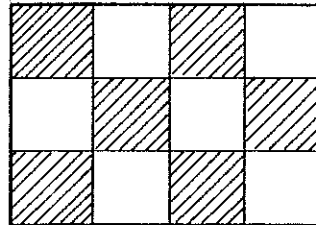
4.5.2 Electricidad:

Para lograr una buena iluminación interior esta se hará a base de lámparas fluorescentes (gas neón), las cuales estarán alimentadas con conductores THW cal 12, en poliducto flexible Ø 3/4", que quedará oculto en los agujeros del block y expuesto en el canal de las costaneras, fijándose las lámparas a las costaneras con alambre galvanizado cal 10, los tomacorrientes, interruptores, plafoneras, serán del tipo ticcino domino o similar, por ser las de más bajo costo en el mercado guatemalteco.

4.6 Pisos:

Se recomienda el uso de una torta de concreto de 0.08 de espesor, la cual deberá ser fundida en cuadrícula no mayor de 1.50 metros por lado, dicha fundición deberá hacerse sobre una base debidamente compactada de material del lugar, teniendo especial cuidado que dicho material no presente materia orgánica, u otro elemento que pudiera causar en un futuro algún tipo de asentamiento o resquebrajamiento de la superficie.

Por el uso que este piso sufrirá se recomienda que se utilice una proporción de concreto de 1.2.3. (cemento, de arena de río y piedrín de 3/8) y se funda en cuadros alternos como se indica en la siguiente figura.



La madera que se utilizará para formar la cuadrícula (arrastres) podrá ser de pino de 2" x 3" y una vez fundidos los primeros cuadros deberá retirarse para la fundición siguiente, cuando el concreto soporte pararse en él.

El nivel del piso de las aulas deberá quedar como mínimo 0.15 metros sobre el nivel del terreno, para lo cual habrá que efectuar un relleno, el que deberá hacerse con material del lugar.

Los corredores deberán tener una pendiente del 1% hacia los patios, la cual empezará de la puerta de las aulas, para que se puedan lavar los corredores y el agua pueda correr hacia el patio evitando que quede estancada.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

4.7 Acabados:

4.7.1 Muros

Todos los muros serán de block visto, sisado en ambas caras; para la sisa se utilizará un sisador hecho con un hierro de $\varnothing 3/8"$; los muros se impermeabilizarán a base de agua de cemento en una proporción: 1/10 (cemento / agua) aplicándose con brocha.

4.7.2 Techo

La estructura de metal será pintada con 2 manos de pintura anticorrosiva de color negro brillante, dicha estructura antes de ser pintada deberá estar limpia de óxido, escoria, aceite y de cualquier otro elemento que pueda perjudicar la aplicación de la pintura anticorrosiva, la que ayudará a proteger y preservar la estructura.

4.7.3 Puertas y ventanas

Estas serán de metal, tratadas con pintura anticorrosiva color negro brillante, con las siguientes características:

4.7.3.1 Ventanas:

Serán del tipo balcón, formadas con angular de $1\ 1/4"$ x $1\ 1/4"$ x $1/8"$ y barrote de hierro cuadrado de $1/2"$ según plano N° 12/16 e irán colocadas con con patas, las cuales estarán fijadas tanto a los sillares, dinteles como a las columnas.

4.7.3.2 Puertas:

Todas serán de metal, formadas con tubo cuadrado de $1\ 1/4"$, lámina de $3/64"$, prensados con angular de $3/4"$ y plano de $1/2"$ con pasa-

dor y portacandado, según plano N°12/16. teniendo como ancho mínimo 1.00 m. y una altura de 2.10 más un sobremarco de lámina de 3/64"

4.7.4 Pisos:

Al utilizar torta de concreto, tanto en el piso de aulas como en corredores, ésta en su acabado final deberá ser de un cernido alisado, proporción 1/3 (cemento / arena de río), lo cual dará una sensación de frescura y dará la oportunidad de que se mantenga limpia de polvo, ya que su limpieza será fácil.

CAPITULO V

5 Analisis y Diseño:

Por lo general a los establecimientos educativos, ubicados en las áreas rurales de los departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula, asisten un promedio de 80 a 100 niños por escuela, es por eso que el Edificio más común que se necesita en estos lugares debe tener como mínimo 2 ambientes para aulas, una cocina - bodega, dirección y un módulo de letrinas.

5.1 Determinación de las áreas de los distintos ambientes:

5.1.1 AULAS:

Diseñando para un nivel primario, utilizando los criterios de áreas por alumno presentados en cuadro N° 8. Una aula para una cantidad de 40 alumnos, utilizando un área de 1.375 m^2 por alumno se tiene que es de:

$$40 \text{ alumnos} \times 1.375 \text{ (área promedio)} = 55 \text{ M}^2$$

Area que cumple con la superficie mínima de un aula, para el nivel primario y ya que la forma recomendada por el manual de normas y diseños para edificios escolares (USIPE 1982) es cuadrada o rectangular se utilizará una forma cuadrada.

$$\longrightarrow \sqrt{55.00 \text{ M}^2} = 7.41 \text{ m X lado}$$

Al utilizar esta medida se considera que habrá mucho desperdicio (block quebrado), por eso se tomo la decisión de modular el lado a 7.60 donde se utilizarán blocks completos.

⇒ Aula Típica $7.60 \times 7.60 = 57.76 \text{ m}^2$ si cumple con la superficie mínima

Por ser un área cálida la altura mínima será de 2.40 m., la cual ya se encuentra debidamente modulada y cumple con la altura mínima.

5.1.2 Dirección:

El área aconsejada por el Manual de Normas y Diseños del Ministerio de Educación es de 1.70 m^2 para un máximo de 6 personas, por lo que el área recomendada será de:

$$1.70 \text{ m}^2/\text{persona} \times 6 \text{ personas} = 10.20 \text{ m}^2$$

Utilizando un lado menor de 2.65 metros tendríamos que el lado mayor es de:

$$10.20 / 2.60 = 3.85$$

5.1.3 Cocina bodega:

Se aconseja un área de 15 mts.^2 para una escuela de hasta 500 alumnos. La cual debe ser distribuida en las áreas de almacenaje de materia prima, preparación de alimentos, lavado de equipo de cocina y área de almacenaje de equipo de cocina.

Para efectos de nuestro diseño se utilizará un área de 10.20 m^2 tomando en cuenta que la población a servir es de 80 alumnos.

5.1.4 Letrinas:

El módulo a utilizar es de 3 unidades para un mínimo de 60 alumnos.

5.2 Analisis y Diseño:

Partiendo de los criterios y dimensiones del inciso anterior, se tomará como modelo de análisis para el diseño estructural el modulo típico de dos aulas.

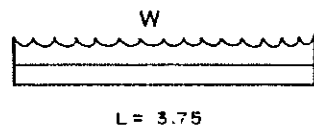
5.2.1 Diseño del Techo:

Se propone la utilización de un techo con una estructura portante consistente en una viga encajuelada al centro de las luces de las aulas, la cual estará formada por dos perfiles tipo "c" unidos, las cuales soportarán el peso y las cargas de la lámina y las costaneras que serán de perfiles tipo "c", con una cubierta de lámina de fibras naturales o fibrocemento del tipo Perfil 10 o similar.

Integración de cargas en las costaneras:

w viva		= 100	kg/m ²
w lámina + 15% traslapes	= 10.25 + 1.54	= 11.79	kg/m ²
w viento		= 60.00	kg/m ²
	TOTAL	= 171.79	kg/m ²

distancia máxima entre apoyos 3.75 m



$$W = 171.79$$



$$M = W L^2 / 8$$

$$M = \frac{171.79 * 3.75^2}{8} = 301.97 \text{ kg-m}$$

Haciendo trabajar el metal a 10 kg/m m^2 (1000 kg/cm^2)

$$W = \frac{30197}{1,000} \frac{\text{kg} \cdot \text{cm}}{\text{kg} \cdot \text{cm}^2} = 30.197 \text{ Kg} \cdot \text{cm}^3$$

Utilizando la tabla de la grafica N° 1 del apendice A, el radio de giro más aproximado sería el de 41.2 cm^3 que corresponde a un perfil "C" de tipo 10, cuya sección sería de 100mm (4") x 50 mm (2") teniendo un peso de 10.60 kg/m

Peso sobre la costanera:

$$P_T = P \text{ costanera} = C. \text{ viva} + \text{verto} + P. \text{ lámina.}$$

$$W = 182.39 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m} = 182.39 \text{ kg/m}$$

$$M = \frac{1}{8} W * L^2 = \frac{1}{8} (182.39) (3.75)^2 = 320.60$$

➡ haciendo trabajar el metal a 10 kg/mm^2 (1000 kg/cm^2)

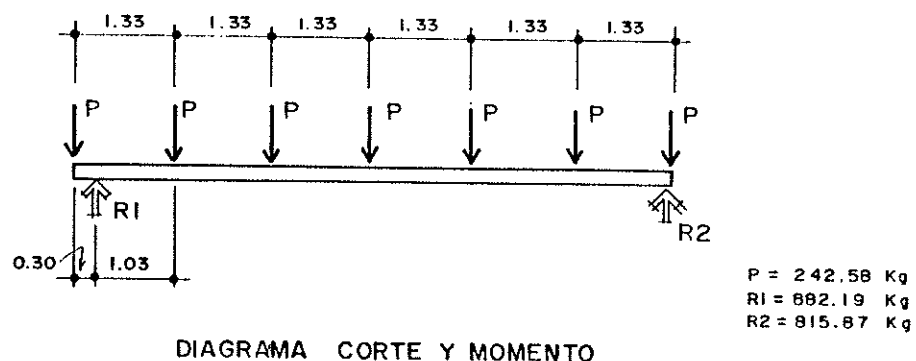
$$W = \frac{32060}{1,000} = 32.06 \text{ cm}^3$$

La cual cumple con el perfil tipo "C" de 100 mm (4") x 50 mm (2")

➡ Costaneras a utilizar de 4" x 2"

5.2.2 Diseño de viga central.

Carga de las costaneras: $182.39 \text{ kg/m}^2 \times 1.33 = 242.58 \text{ kg}$.



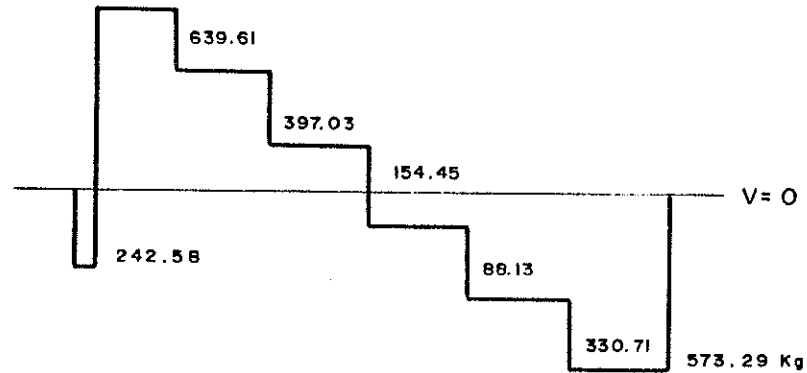


DIAGRAMA DE CORTE

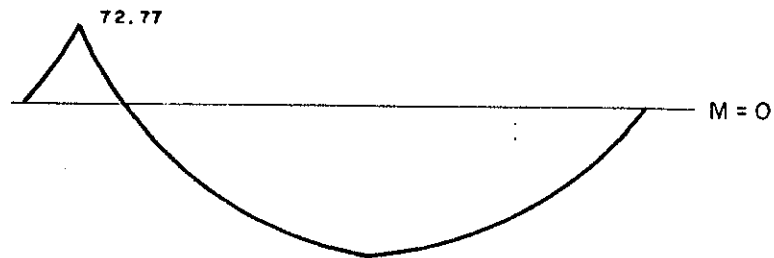


DIAGRAMA DE MOMENTO

$$M = 1319.5329 \text{ kg - m}$$

$$M = 131953.29 \text{ kg-cm}$$

Como se propone la utilización de una viga encajuelada formada por 2 perfiles "C" se utilizará un momento de:

$$M = \frac{131953.29 \text{ kg-cm}}{2} = 65976.64 \text{ kg - cm}$$

haciendo trabajar el metal a 10 kg/mm^2

$$W = \frac{65976.64 \text{ kg-cm}}{1,000 \text{ kg/cm}^2} = 65.9766 \text{ cm}^3$$

Utilizando la tabla N° 2 del apendice "A", se tiene que el radio de giro que le corresponde a un perfil tipo "C" de 140 mm (5.6) x 60 mm (2.4") tiene un peso de 16.01 kg/m.

Por lo que el peso sobre la viga central será:

$$P_{\text{total}} = P_{\text{costaneras}} + \text{Peso propio viga.}$$

$$P_{\text{total}} = 242.58 + 16.01 \text{ kg} = 258.59 \text{ kg} = W$$

$$M = 1/8 W \cdot L^2 = 1/8 (258.59) (4.98)^2$$

$$M = 2058.39 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$M = 1029.20 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M = 102920 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Haciendo trabajar el metal a 10 kg/mm^2 se tiene que:

$$W = \frac{102920}{1000} = 102.92 \text{ cm}^3$$

Utilizando la tabla N° 2 del apéndice "A", a este radio de giro le corresponde una sección de perfil "C" del tipo 16 con una sección de 160 mm (6.3") x 65 mm (2.5").

Para evitar alabeo y rigidizar la viga central se propone la utilización de una viga encajuelada, formada por dos perfiles "C" unidos con una sección de 8" x 2"

5.2.3 Diseño del cimiento:

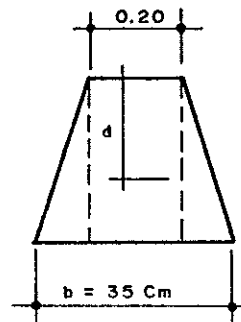
El cimiento es un elemento estructural diseñado y destinado para soportar el peso de los muros, techos, soleras y sobrecargas.

El cimiento que se propone usar en esta edificación, deberá ser construido sobre una base de piedra bola del lugar, pegada con mortero de cemento y arena de río y como las cargas serán transmitidas por muros de mampostería reforzada, se determinó una forma trapezoidal, funcionando como cimiento corrido a lo largo de todos los muros, cumpliendo también las funciones de solera de humedad.

Tomando el eje "2" por ser el más crítico.

$$\begin{aligned}
 W \text{ muerta} &= \text{block} + \text{soleras} + \text{techos} + \text{columnas} = \\
 W \text{ muerta} &= 900 \text{ kg/m} \\
 W \text{ viva} &= 70 \text{ kg/m} \\
 W \text{ total} &= 14(900) + 1.7(70) \\
 W \text{ total} &= 1260 + 119 = 1379 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Como se propone un cimiento de la forma trapezoidal



$$\begin{aligned}
 &\downarrow 1379 \text{ kg/m} \\
 &\text{Longitud} = 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\frac{P}{A} \leq 10,000 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \frac{1379}{(b)(1.00)} &= 10,000.00 \implies b = \frac{1379 \text{ kg/m}}{1 \text{ m} * 10000 \text{ kg/m}^2} \\
 b &= \frac{1379 \text{ kg/m}}{10,000 \text{ kg/m}^2}
 \end{aligned}$$

$$b = 0.1379 \text{ m}$$

Calculando el corte

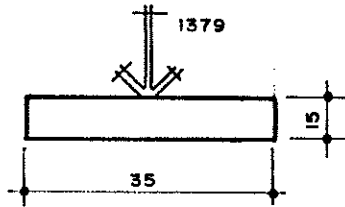
$$F_c = 0.85 * 0.53 * 210 = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_a = \frac{1379}{20 * 15} = 4.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Entonces como: } 6.53 \text{ kg/cm}^2 > 4.6 \text{ kg/cm}^2 \implies d = 15$$

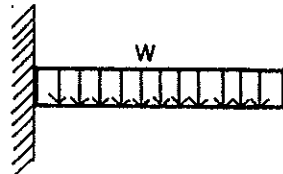
Diseño a Flexión:

Se asume una sección rectangular.



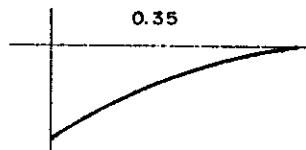
$$d = 15$$

$$b = 35$$



$$W = 1379 / 0.35 = 3940 \text{ kg/m}$$

$$M = 3940 (0.35/2)^2 / 2 = 60.33 \text{ kg-m}$$



Calculando el A_s :

$$A_s = \frac{1.7}{2} \frac{F_c}{F_y} b * d$$

$$A_s = \frac{1.7}{2} * \frac{210}{4200} * 35 * 15$$

$$A_s = 0.11 \text{ cm}^2$$

$$\left[1 - \sqrt{1 - \frac{Mu}{0.003825 F_c b d^2}} \right]$$

$$\left[1 - \sqrt{1 - \frac{60.33}{0.003825 (210) (35) (15)^2}} \right]$$

⇒ Se utilizará 3 N° 4 corridos + eslabon N° 2 @ 0.15

5.2.4 Muros de Mampostería:

Este sistema se basa en elementos de mampostería (blocks) que van unidos entre sí, unidos por mortero (arena-cemento), diseñado para soportar determinadas cargas. Entre los principales elementos que se pueden utilizar para este fin

UNIVERSIDAD DE LA AMÉRICA DEL SUR
Biblioteca Central

se tienen como más frecuentes para el área de Oriente los siguientes:

- a. Block de pómez
- b. Ladrillo de barro cocido.
- c. Piedra bola (cantos rodados)
- d. Piedrín calizo
- e. Adobe
- f. arena de río
- g. arena de mina
- h. Block de arena de río.

En este caso se utilizará un muro de mampostería del tipo Reforzado en donde el acero de refuerzo se distribuye en todo el muro por medio de pines y de varillas longitudinales.

Porcentaje de acero mínimo en muros

$$\begin{aligned} P_v &\geq 0.0007 \\ P_v + P_h &= 0.002 \\ P_h &= 0.0013 \end{aligned}$$

Refuerzo Vertical:

Asmin $P_v * L * T$ tomando eje 3

$$Asmin = 0.0007 * 7.60 * 15$$

$$\text{Acero N}^\circ 3 = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$Asv = 7.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{Acero N}^\circ 4 = 1.27 \text{ cm}^2$$

Asv eje 3 =

$$4 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 = 5.08$$

$$6 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8 = \underline{4.26}$$

$$9.34 \text{ cm}^2$$

$$Asmuro > Asmin \quad 9.34 > 7.93 \Rightarrow \text{si cumple}$$

Refuerzo Horizontal:

$$\rho_H = 0.0013$$

$$A_s H = \rho_H H T$$

$$A_s H = 0.0013 * 3.60 * 15$$

$$A_s H = 7.02 \text{ cm}^2$$

Acero en muros:

$$3 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 = 3.81$$

$$6 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8 = 4.26$$

$$A_{smuros} = 8.07$$

$$A_{shmin} < A_{smuros}$$

$$6.83 < 8.07 \implies \text{Si cumple}$$

Tanto el acero de refuerzo vertical como horizontal cumple con los requisitos mínimos de acero según el manual del F.H.A. que en su capítulo 5 indica los porcentajes mínimos.

Para la construcción de edificios escolares en esta región se recomienda el uso de block de 0.15 * 0.20 * 0.40 por ser el más comercial y fácil de obtener.

Según un muestreo que se efectuó en Zacapa, Chiquimula y El Progreso, se observó que el block de pómez que se fabrica en estos lugares presentan una resistencia mínima a la compresión de:

Lugar	block de	peso lbs.	Resistencia
Zacapa	15 * 20 * 40	25	28 kg/cm ²
Chiquimula	15 * 20 * 40	26	27 kg/cm ²
El Progreso	15 * 20 * 40	27.8	28.5 kg/cm ²

CAPITULO VI

6. Desarrollo del Proyecto:

Debido a la falta de establecimientos educativos maxime en las áreas rurales del país y tomando como fuente de necesidades la Dirección General de Proyectos de Apoyo del Ministerio de Educación DIGEPA, entre las solicitudes que a diario recibe dicha Dirección, se tomó para analizar la solicitud de construcción de una escuela, en la aldea Ojo de Agua, Municipio de Río Hondo Zacapa, en dicha solicitud se planteaba la necesidad de la construcción de dos aulas, cocina, dirección y letrinas. Y en virtud de que la mayoría de establecimientos que se necesitan en las áreas rurales es el de dos aulas se tomó la decisión de presentar un modelo que pudiera ser usado en la región Oriente del país para lo cual se pondrán en practica los lineamientos referido en capitulos anteriores.

6.1 Ubicación:

La escuela oficial rural mixta, de la aldea Ojo de Agua, se encuentra ubicada en le Municipio de Rio Hondo, Zacapa y cuenta a la fecha con una población de 400 habitantes, de los cuales se encuentran en edad escolar aproximadamente 80 niños.

6.2 Terreno:

El terreno destinado para la construcción de la Escuela, tiene un área aproximada de 800 m², el cual aun se encuentra en fase de legalización para adscribirlo al Ministerio de Educación.

6.3 Topografía:

Terreno relativamente plano como se puede observar en el plano N° 2A/16, colindando al Norte con calle principal de la aldea, al Sur con terreno privado, al Este con potrero y al Oeste con vivienda privada.

6.4 Edificio escolar:

Tomando en cuenta el número de alumnos que se encuentra en edad escolar, se propone la construcción de 2 aulas, dirección y cocina-bodega + un modulo de 3 letrinas ubicadas a una distancia no menor de 3.00 metros del lindero Este, en dirección Norte-Sur, como se puede observar en plano N°2/16.

Las dimensiones y detalles constructivas se pueden observar en los planos que se detallan en el capítulo siguiente:

6.5 Costo del Edificio Escolar:

6.5.1 Costo de materiales

El costo total de los materiales es de Q,50,961.26 ver tablas No. 03 y 04 del Apendice "A".

6.5.2 Mano de Obra:

Tomando un tiempo de ejecución promedio de 90 días, se tiene que se necesita el siguiente personal.

1 Ingeniero supervisor

1 Maestro de obra o encargado de obra

4 Albañiles calificados (con su herramienta)

6 Ayudantes (proporcionados por la comunidad)

Costo en Q,

Mestro de obra	1 * 90 * 50.00 =	4,500.00
Albañiles	4 * 90 * 35.00 =	<u>12,600.00</u>
Sub - total		17,100.00
Prestaciones		<u>14,877.00</u>
TOTAL	Q,	31,977.00

Se tomó un tiempo de ejecución promedio de 90 días.

6.5.3 Gastos de Supervisión:

Para el buen desarrollo del proyecto, es indispensable que se cuente con un profesional de la construcción es decir un Ingeniero Civil, quien será el responsable de velar por el cumplimiento fiel de la ejecución de los trabajos.

6.5.4 Herramienta y equipo:

Para la construcción de este establecimiento educativo, es necesario contar con cierta herramienta o equipo, siendo el mínimo que se utilizará el siguiente:

- 2 Carretillas
- 3 Toneles
- 8 Cubetas concreteras
- 4 palas
- 2 piochas
- 1 machete
- 1 manguera transparente (pasar niveles)
- 1 barreta

En este caso se asumirá una cantidad de Q.1,800.00 como precio de la herramienta o equipo a utilizar

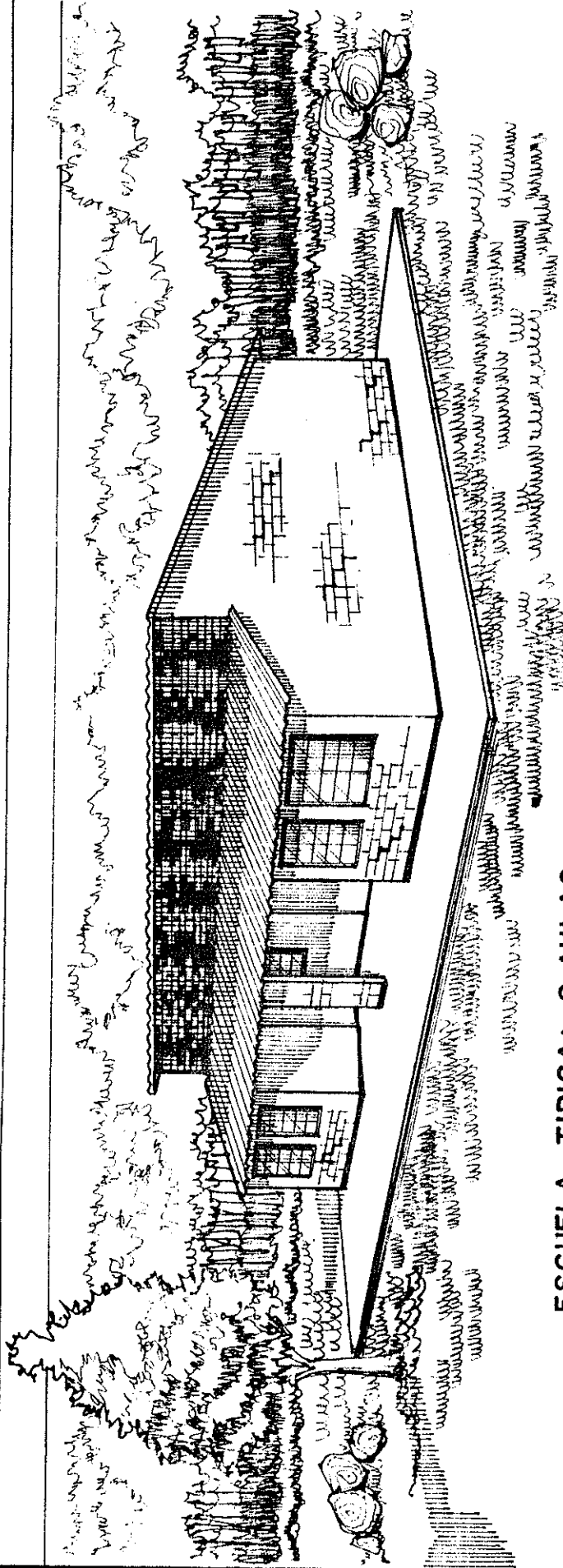
RESUMEN DE COSTOS

Total materiales	Q.50,961.26
Mano de obra	Q.31,977.00
Herramienta	<u>Q. 1,800.00</u>
Sub - total	Q.84,738.26

El costo anterior no incluye el pago de Supervisión, fletes y gastos de administración, que conlleva la realización de un proyecto de esta naturaleza.

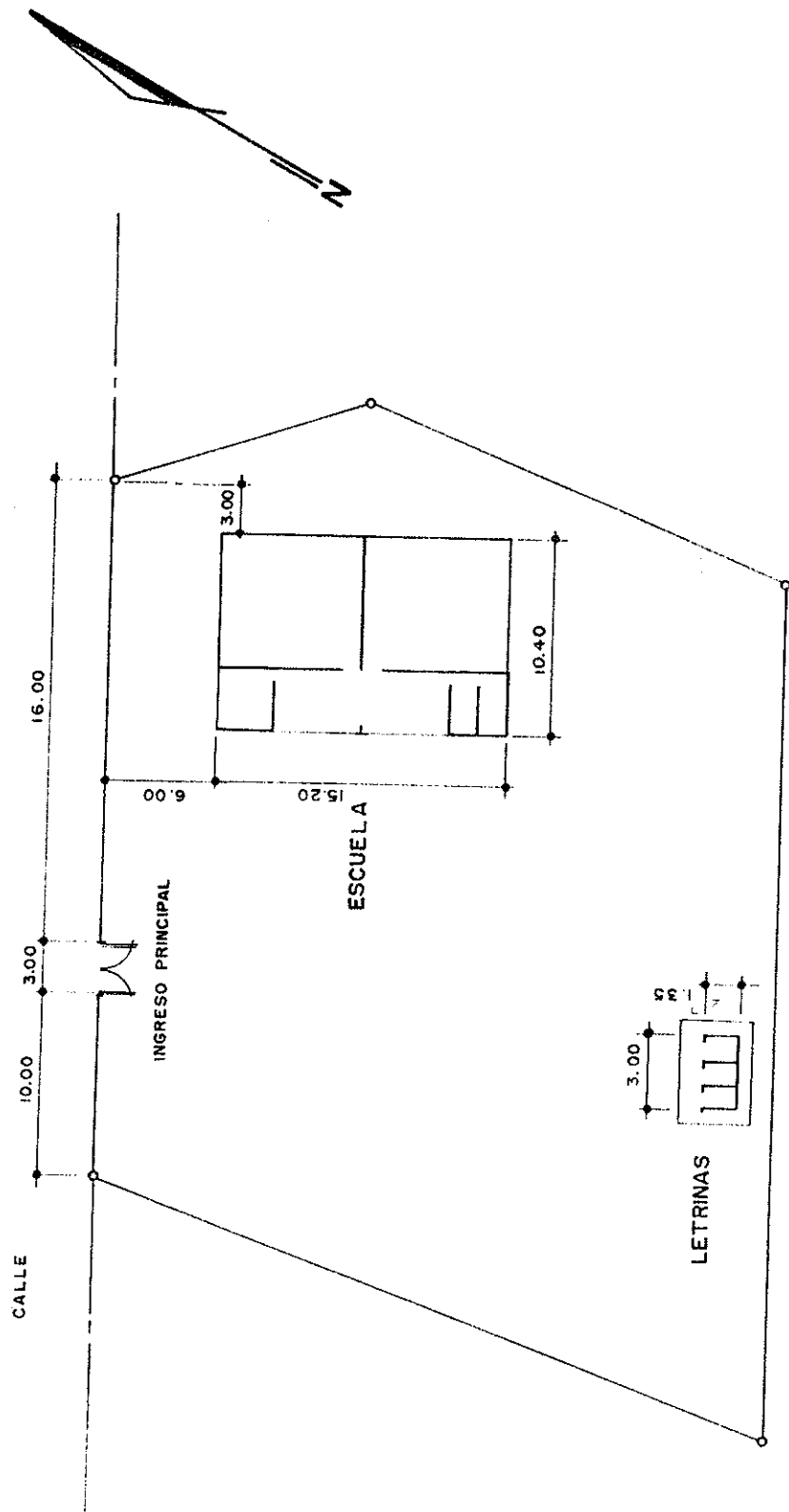
CAPITULO VII

**PLANOS TÍPICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DOS AULAS, COCINA -
BODEGA, DIRECCION Y MODULO DE LETRINAS EN LA ALDEA OJO
DE AGUA, RIO HONDO ZACAPA.**



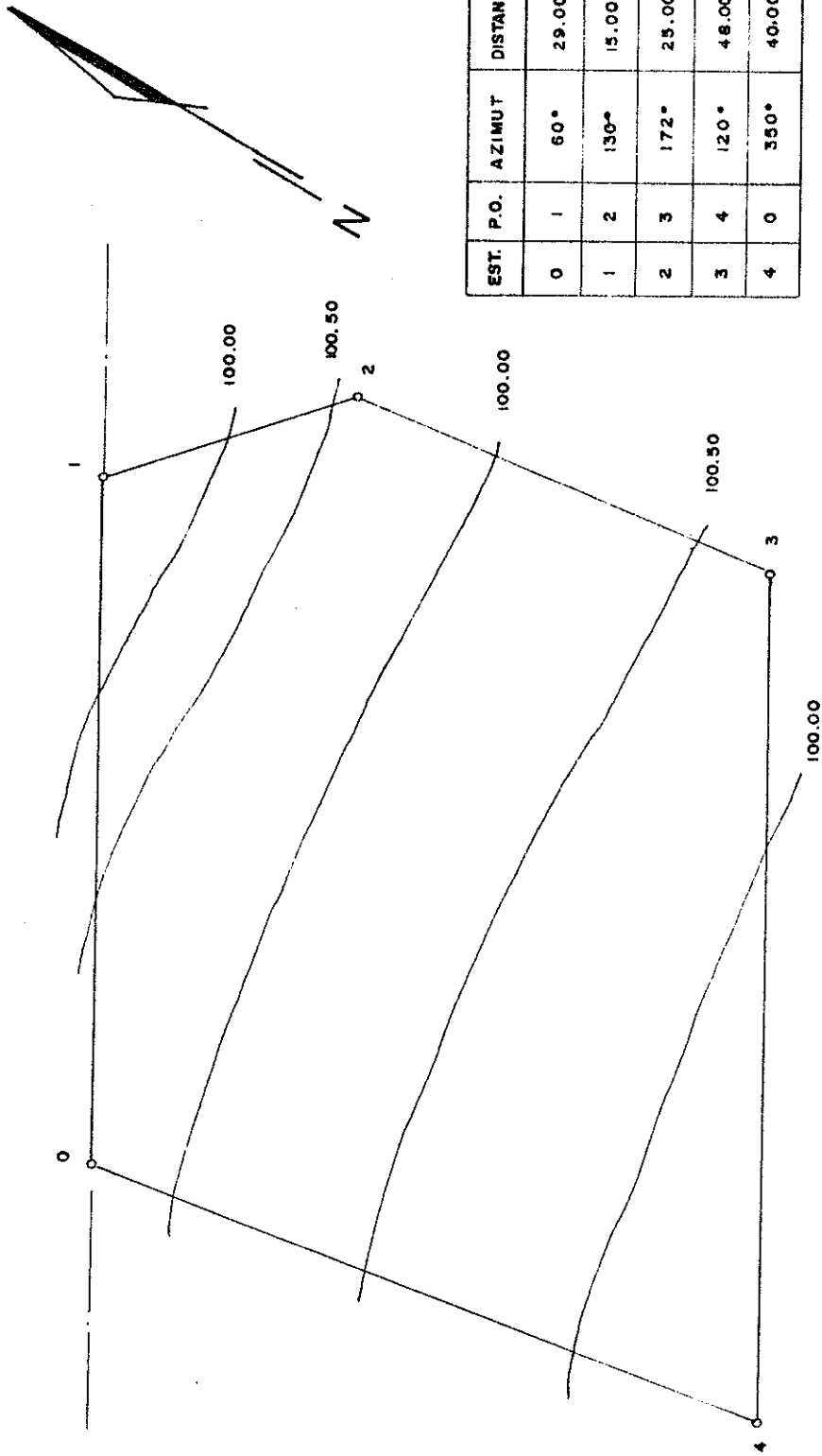
ESCUELA TIPICA: 2 AULAS
BODEGA Y DIRECCION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO 2 Aulas + direc- cion, cocina y bodega .	
HOJA DE: PERSPECTIVA	
FECHA	ESCALA
AGOSTO / 95	1:100
	1/16



PLANTA DE CONJUNTO
 ESCALA: 1:40

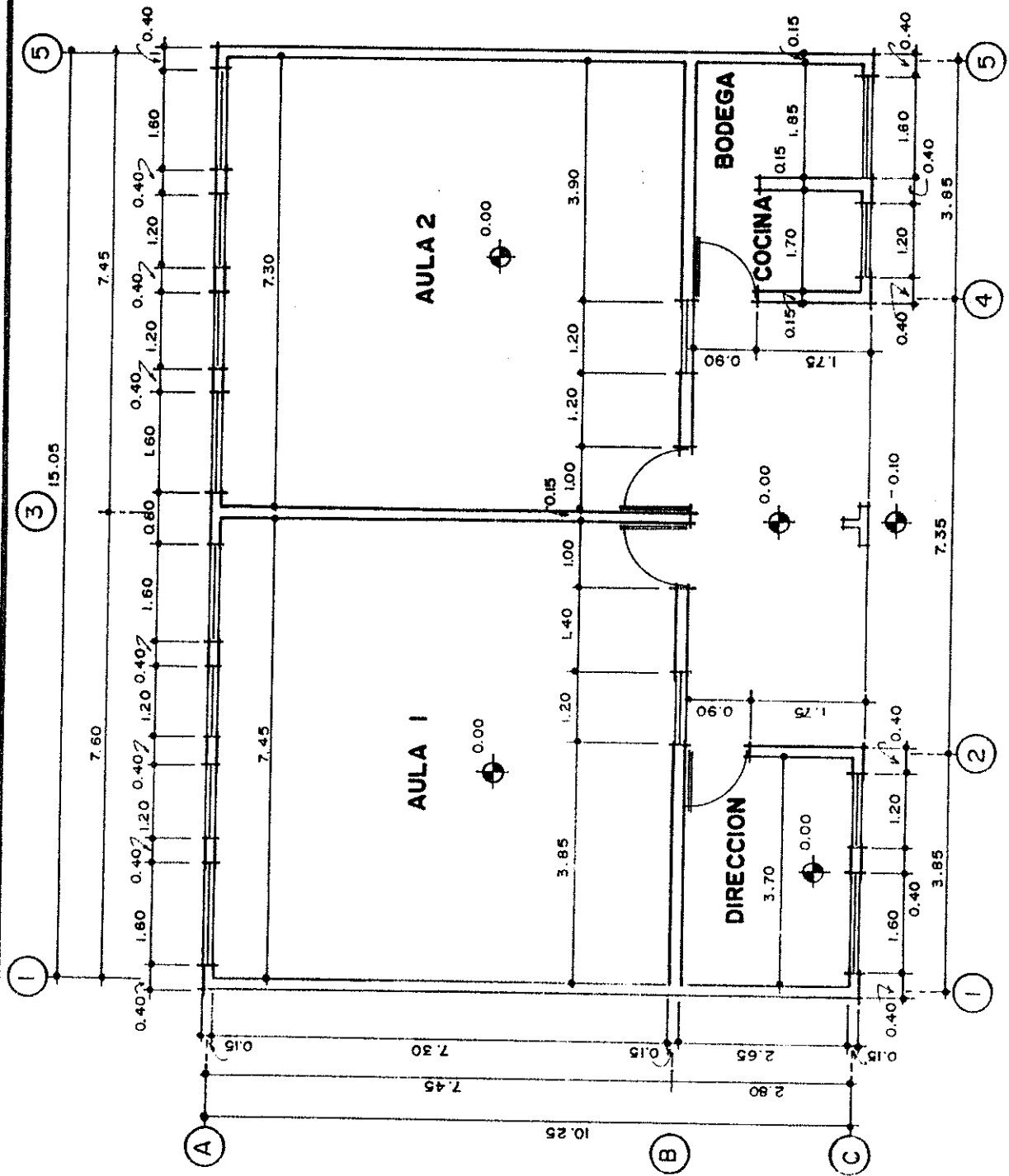
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO 2 Aulas + dirección, bodega y cocina.	
HOJA DE:	
PLANTA DE CONJUNTO	
FECHA: AGOSTO '95	ESCALA: INDICADA
2/16	



EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
0	1	60°	29.00
1	2	130°	15.00
2	3	172°	25.00
3	4	120°	48.00
4	0	350°	40.00

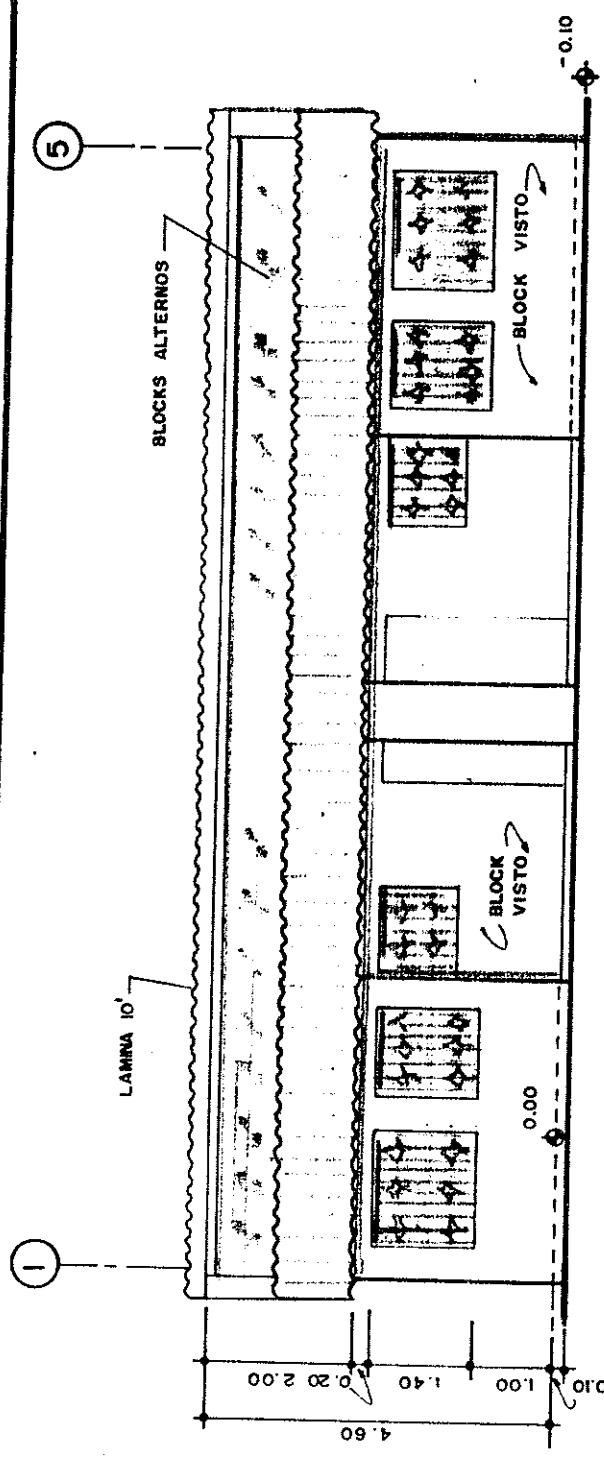
CURVAS DE NIVEL
 ESCALA : 1:40

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO PREDIO.	
HOJA DE CURVAS DE NIVEL	
FECHA : AGOSTO / 95	ESCALA : INDICADA
	2A / 160

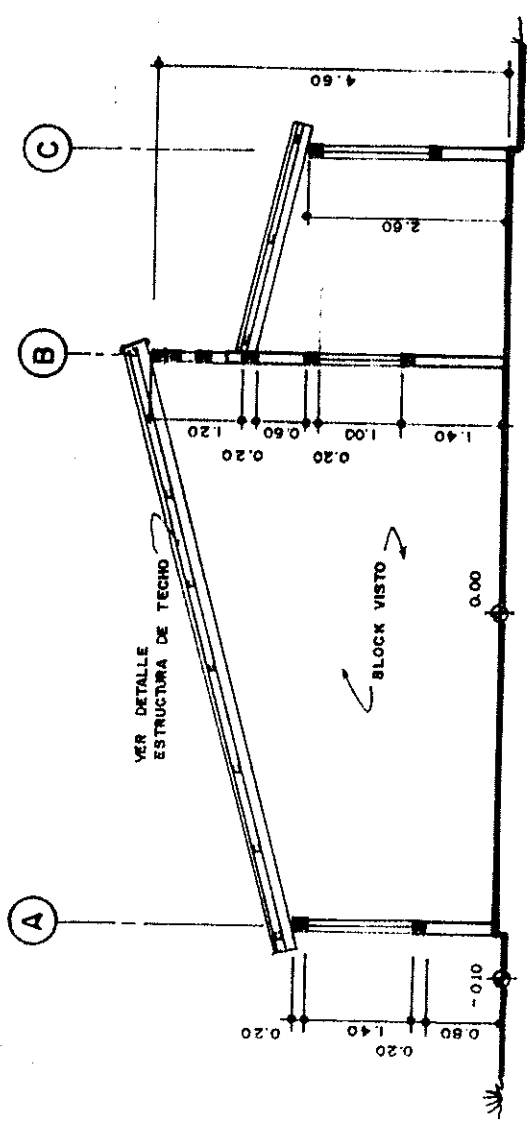


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: 2 Aulas + direccion, bodega y cocina.	
HOJA DE: PLANTA ACOTADA	
FECHA: AGOSTO / 95	ESCALA: INDICADA
3/15	

PLANTA ACOTADA
ESCALA 1:100

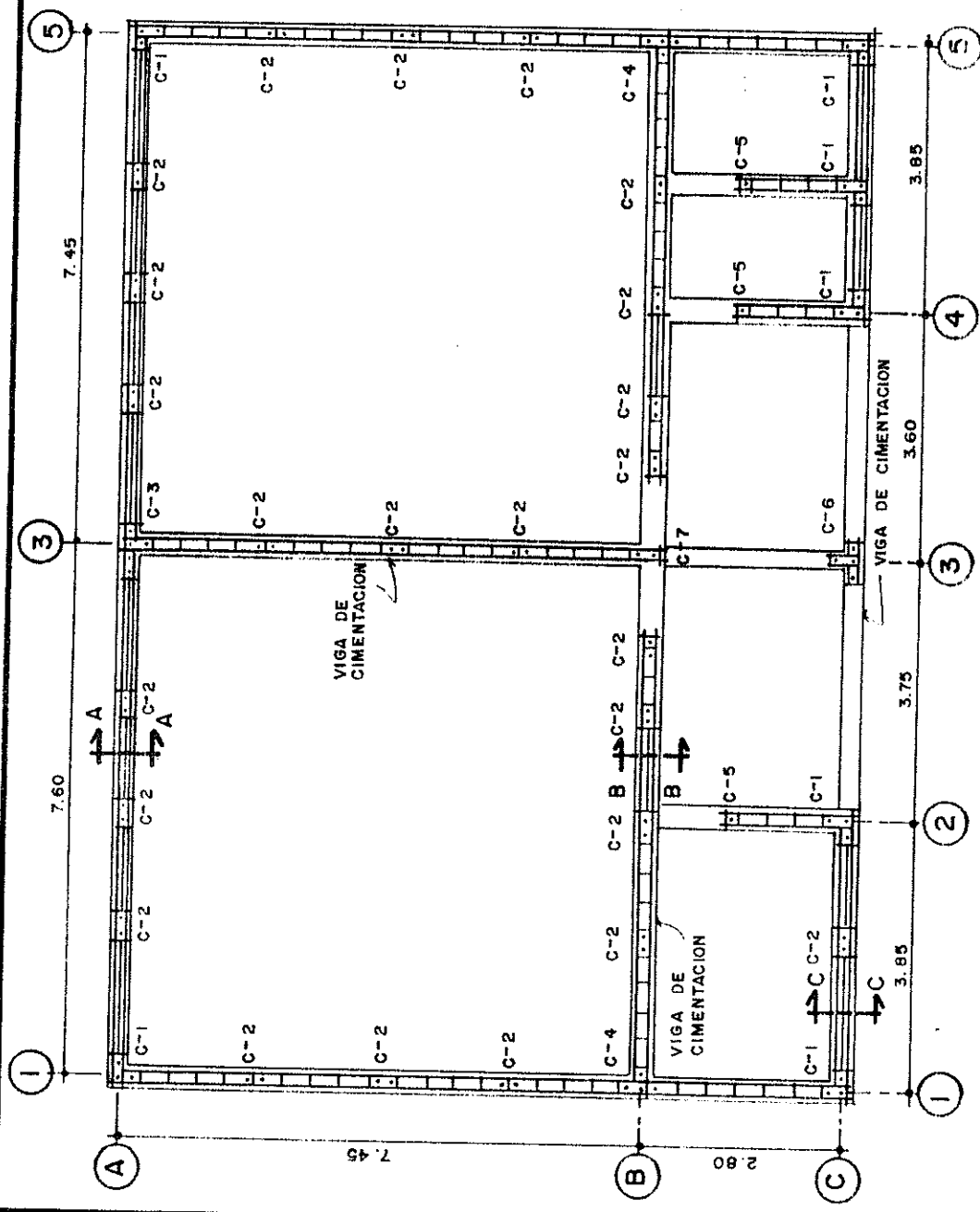


ELEVACION FRONTAL
ESCALA 1:100



SECCION A-A
ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO 2 Aulas + direccion bodega y cocina.			
HOJA DE		ELEVACION Y SECCION	
FECHA	AGOSTO 95	ESCALA	INDICADA
		4/16	



NOTAS

COLUMNAS:

- C-1 3 No 3 FUNDIDOS INTERBLOCK
ESLABON No 2 @ HILADA
- C-2 2 No 3 FUNDIDOS INTERBLOCK
ESLABON No 2 @ HILADA
- C-3 5 No 3 FUNDIDOS INTERBLOCK
ESLABON No 2 @ HILADA
- C-4 4 No 3 FUNDIDOS INTERBLOCK
ESLABON No 2 @ HILADA
- C-5 1 No 3 FUNDIDO INTERBLOCK
- C-6 4 No 4 FUNDIDOS INTERBLOCK
ESLABON No 2 @ HILADA
- C-7 2 No 4 FUNDIDOS INTERBLOCK
ESLABON No 2 @ HILADA

VIGA DE CIMENTACION SERA DE
FORMA TRAPEZOIDAL DE 0.20 x 0.30,
3 No 4 CORRIDOS + ESLABON No 2 @ 0.15

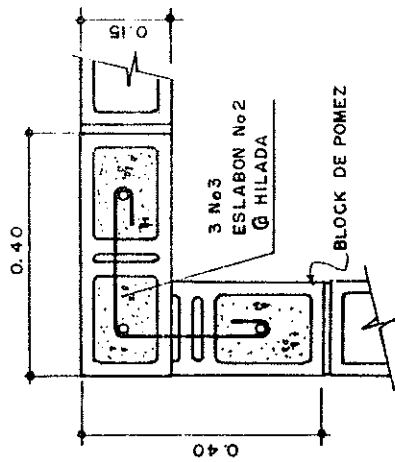
ESPECIFICACIONES

CONCRETO $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $F'y = 1200 \text{ Kg/cm}^2$
 BLOCK : $Fm = 25 \text{ Kg/cm}^2$

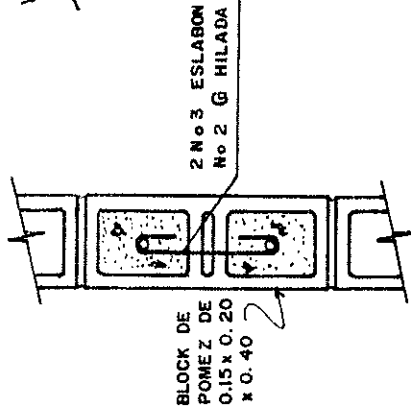
PLANTA DE CIMENTACION

ESCALA 1:100

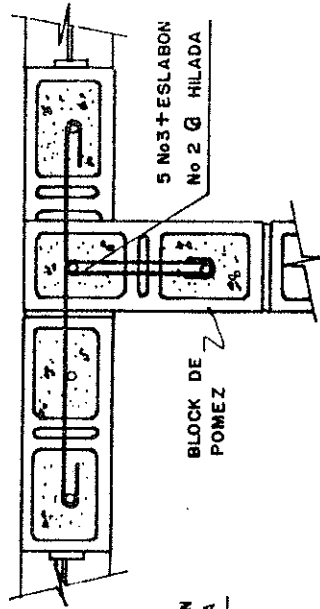
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: 2 Aulas + direccion bodega y cocina.	
HOJA DE:	PLANTA DE CIMENTACION
FECHA: 08/95	ESCALA: INDICADA
	5/16



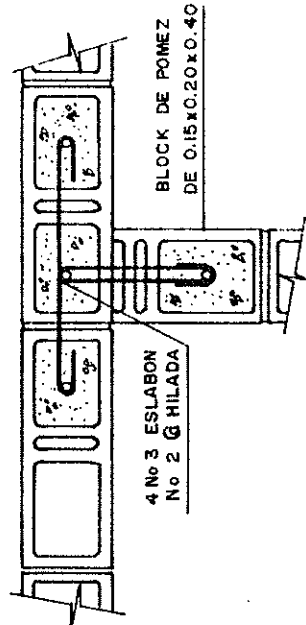
COLUMNA C-1



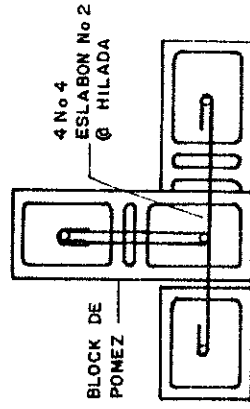
COLUMNA C-2



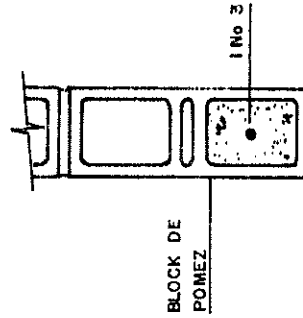
COLUMNA C-3



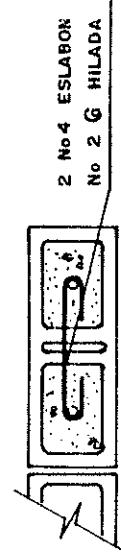
COLUMNA C-4



COLUMNA C-6

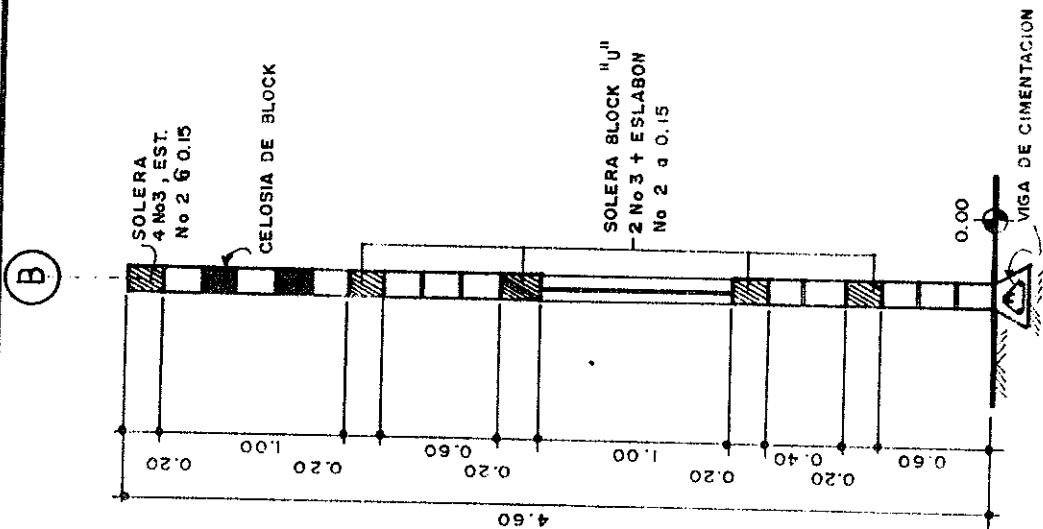


COLUMNA C-5

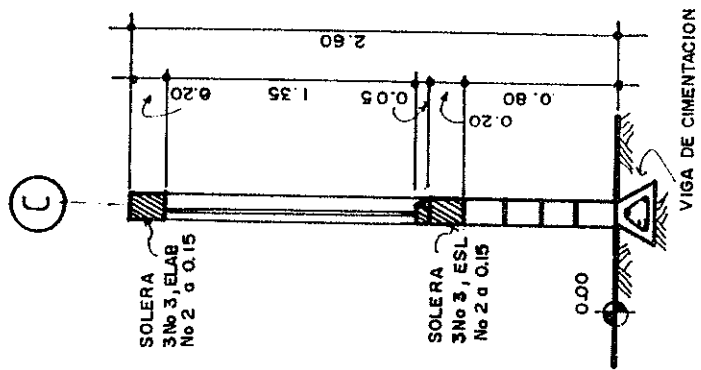


COLUMNA C-7

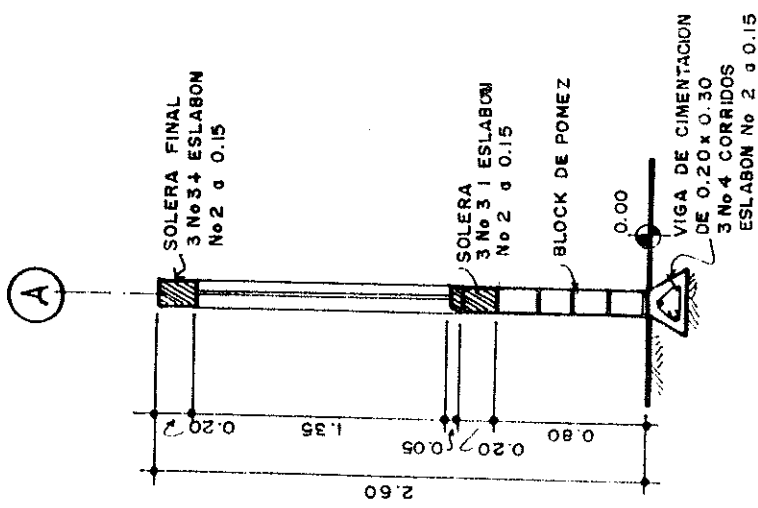
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO 2 Aulas + direccion bodega y cocina	
HOJA DE :	DETALLES DE COLUMNAS
FECHA : 08/95	ESCALA : 1: 12.5
	6/16



MURO B-B

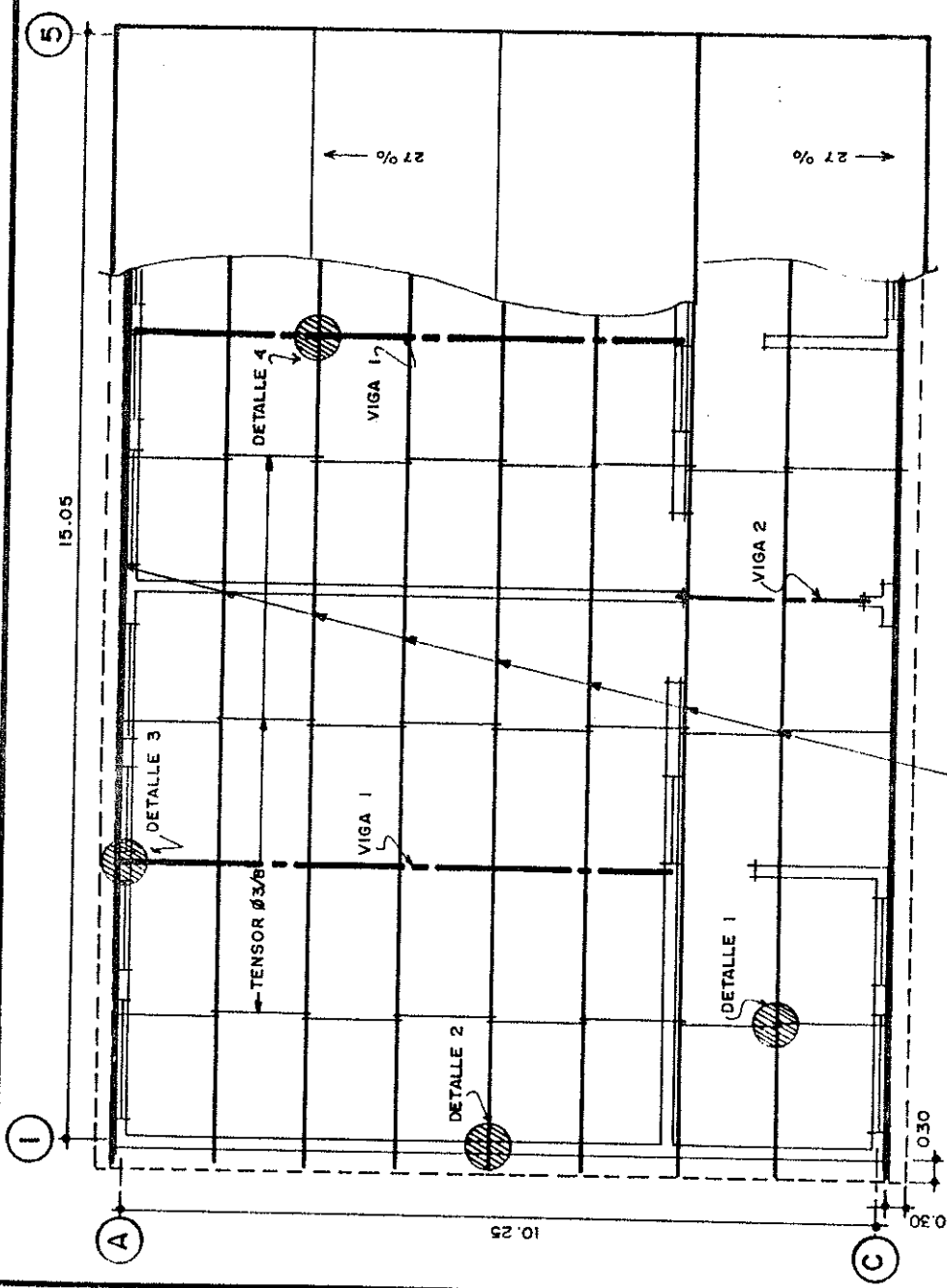
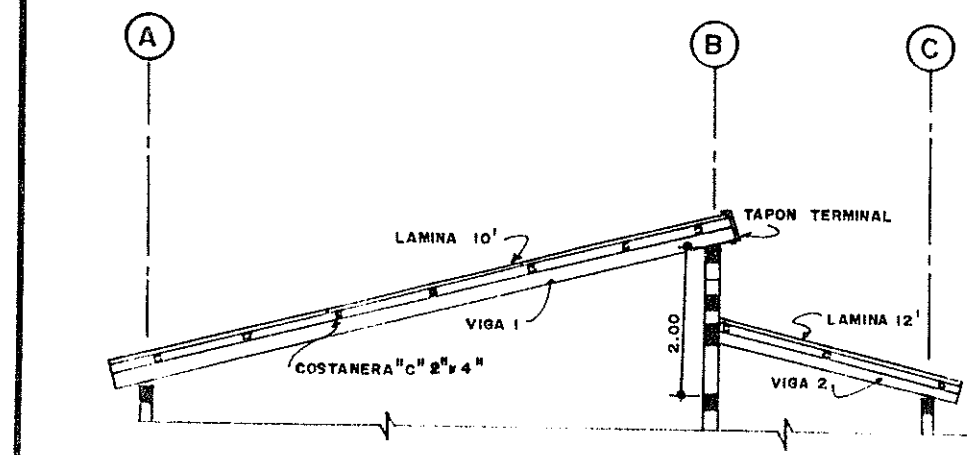


MURO C-C



MURO A-A

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO	
2 AULAS.	
HOJA DE:	
DETALLES DE MUROS TIPICOS	
FECHA	ESCALA
08/95	1:40
	7/16



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO	
2 AULAS + C. B. DIREC.	
HOJA DE:	
ESTRUCTURA DE TECHO	
FECHA	ESCALA
AGOSTO / 95	INDICADA
	8/16

NOTAS

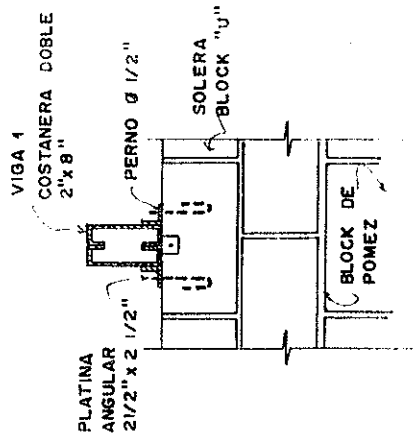
VIGA 1 COSTANERA PERFIL "C" DOBLE DE 2" x 8"

VIGA 2 COSTANERA PERFIL "C" DOBLE DE 2" x 6"

TODA LA ESTRUCTURA SERA TRATADA CON DOBLE MANO DE PINTURA ANTICORROSIVA

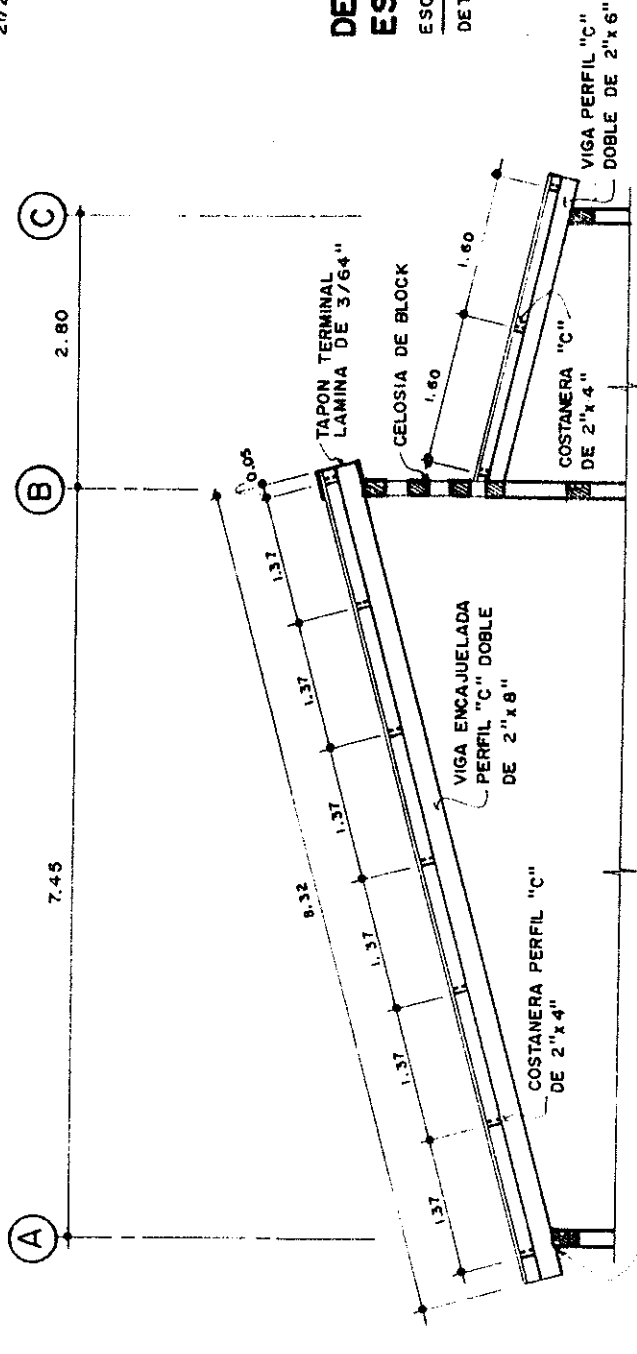
PLANTA ESTRUCTURA DE TECHO

ESCALA 1:100



DETALLE DE ANCLAJE ESTRUCTURA A SOLERA

ESCALA 1:20
DETALLE No 2

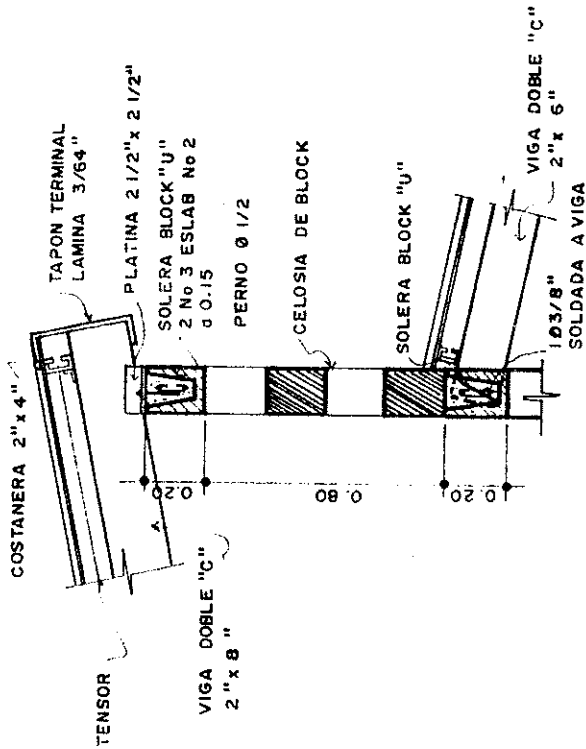


DETALLE ESTRUCTURA DE TECHO

ESCALA 1:75

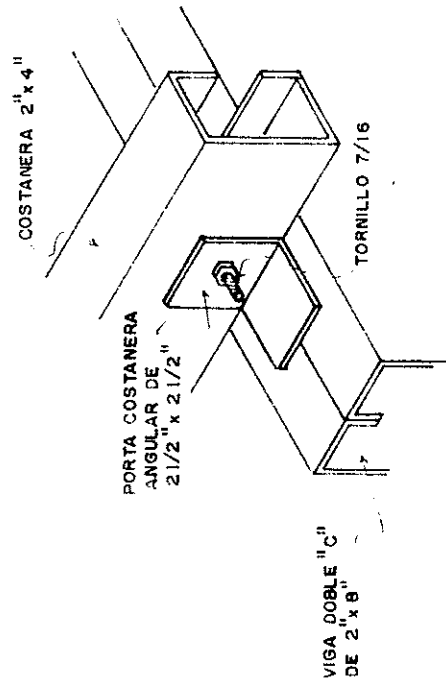
ANCLAJE:
VER DETALLE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO 2 AULAS + C. B.	
HOJA DE DETALLES ESTRUCTURA DE TECHO	
FECHA AGOSTO / 95	ESCALA INDICADA
9/16	



ANCLAJE VIGAS A MURO B-B

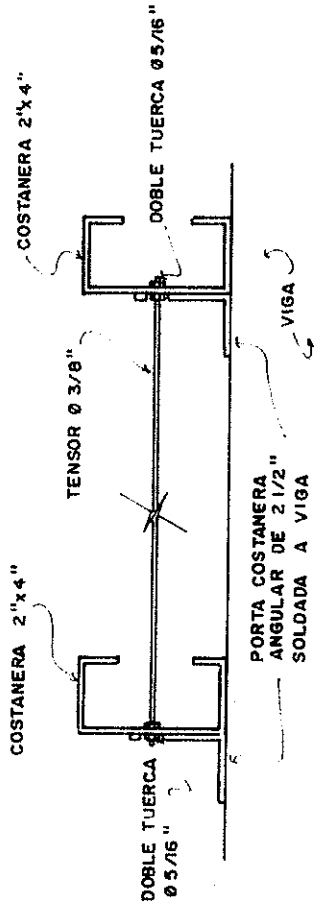
ESCALA: 1:20



VIGA DOBLE "C"
DE 2" x 8"

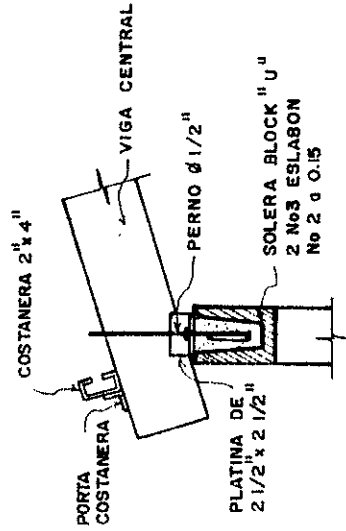
DETALLE DE PORTACOSTANERA

SIN ESCALA DETALLE 4



DETALLE TENSOR ENTRE COSTANERAS

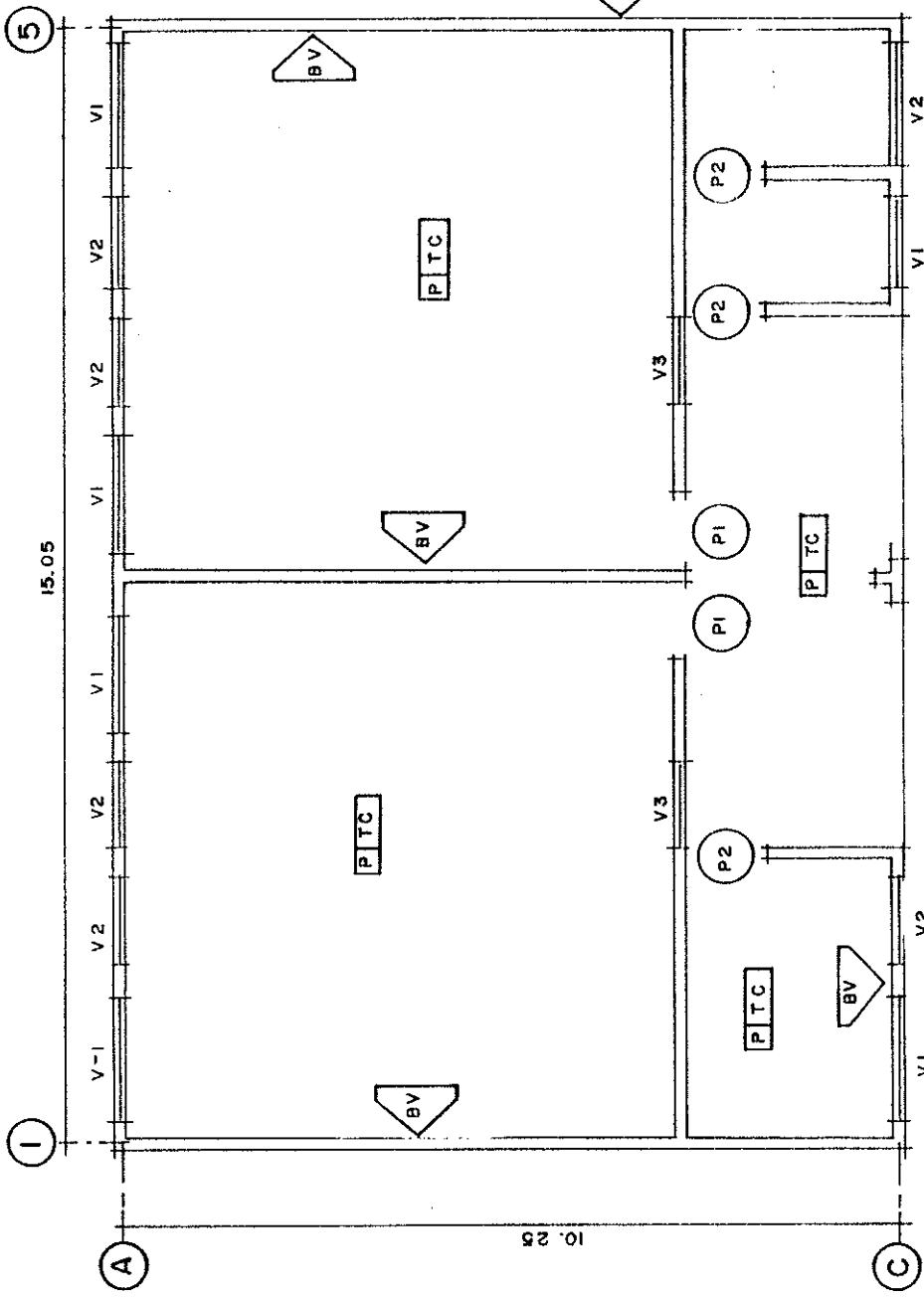
ESCALA: 1:5
DETALLE No 1



ANCLAJE VIGA CENTRAL

ESCALA: 1:20
DETALLE No 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: 2 AULAS DIREC. + C. B.	
HOJA DE:	ESCALA: 10/16
DETALLE ESTRUCTURA DE TECHO	INDICADA
FECHA: AGOSTO/95	



SIMBOLOGIA	
V 1	TIPO DE VENTANA
P 1	TIPO DE PUERTA
BV	BLOCK VISTO
P, TC	PISO, TORTA DE CEMENTO

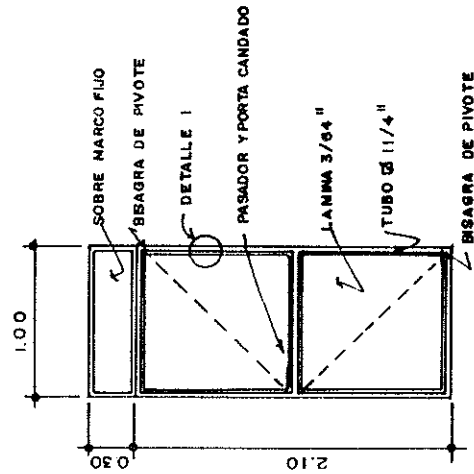
NOTAS

- V1 1.35 x 1.60 , SILLAR = 1.00
DINTEL = 2.40
- V2 1.20 x 1.35 , SILLAR = 1.00
DINTEL = 2.40
- V3 1.00 x 1.20, SILLAR = 1.40
DINTEL = 2.40

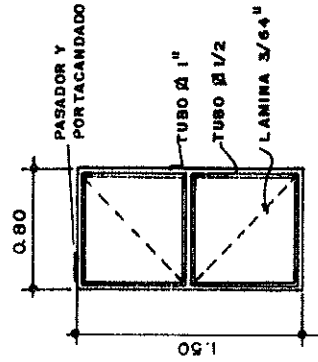
PLANTA DE ACABADOS

ESCALA 1:100

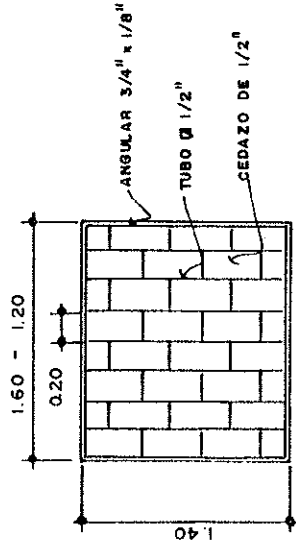
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: 2 AULAS + DIREC + C.B.	
HOJA DE: ACABADOS	
FECHA AGOSTO '95	ESCALA INDICADA
	11/16



PUERTA TIPICA AULAS
 ESCALA : 1:50



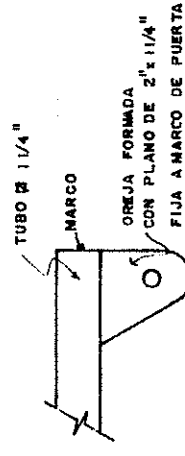
PUERTA TIPICA LETRINAS
 ESCALA 1:50



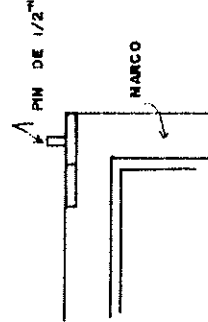
VENTANA BALCON
 ESCALA : 1:50

VENTANA-BALCON :
 FORMADA POR MARCO, ANGULAR DE 3/4,"
 BARROTES DE HIERRO Ø 1/2 Y CEDAZO
 DE 1/2" METALICO, FIJADO A MARCO
 CON UN PLANO DE 1/2" Y A BARROTES
 CON ALAMBRE DE AMARRE

A TODA ESTRUCTURA DEBERA
 APLICARSE 2 MANOS DE
 PINTURA ANTICORROSIVA COLOR NEGRO

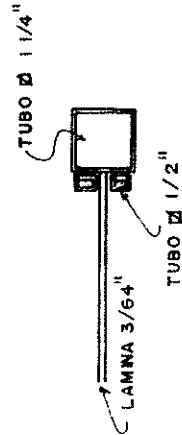


PLANTA



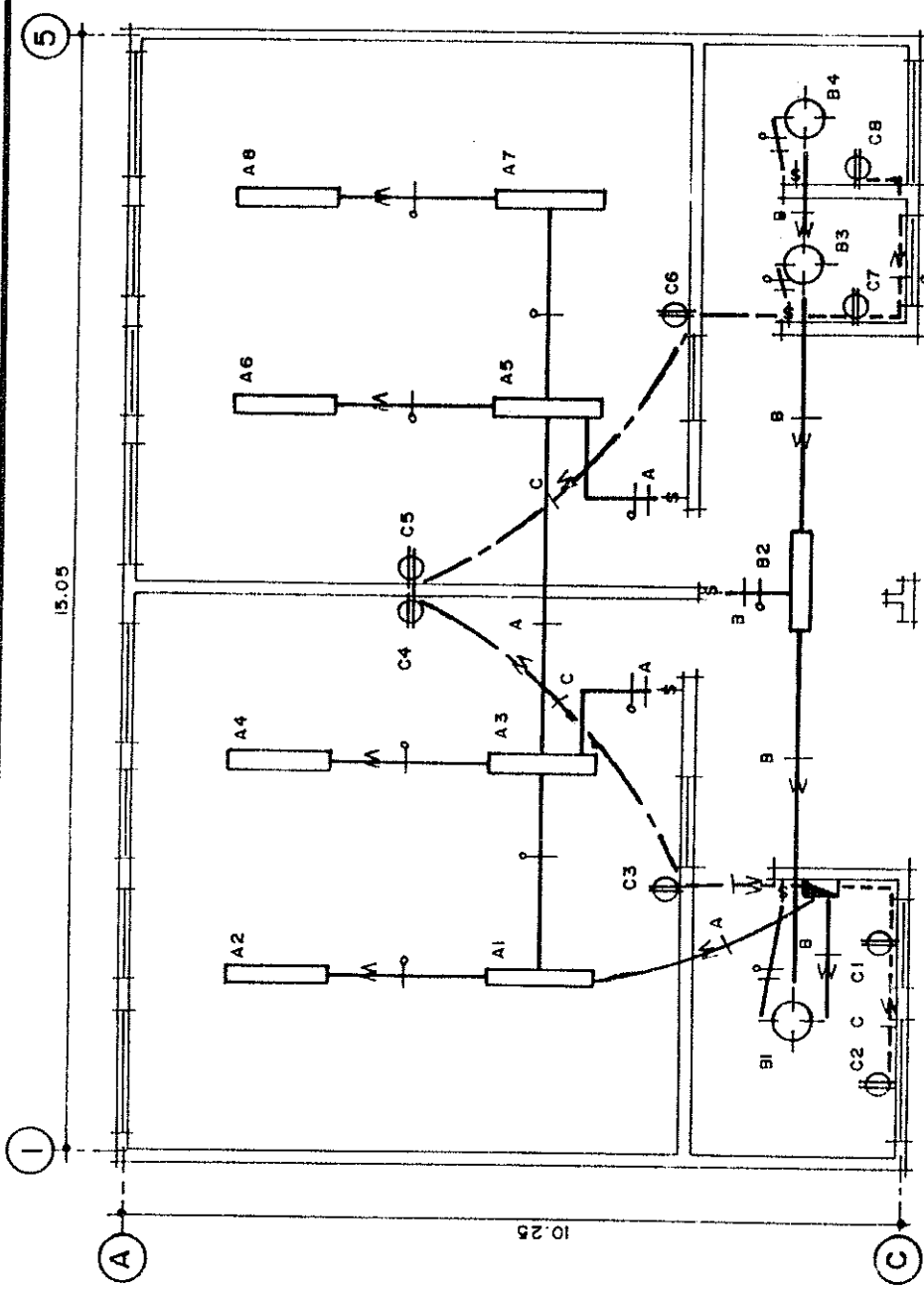
ELEVACION

DETALLE BISAGRA PIVOTE
 SIN ESCALA



DETALLE I
 SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO 2 AULAS + DIREC. C. B.	
HOJA DE DETALLES DE PUERTAS Y VENTANA	
FECHA AGOSTO / 95	ESCALA INDICADA
	12/16

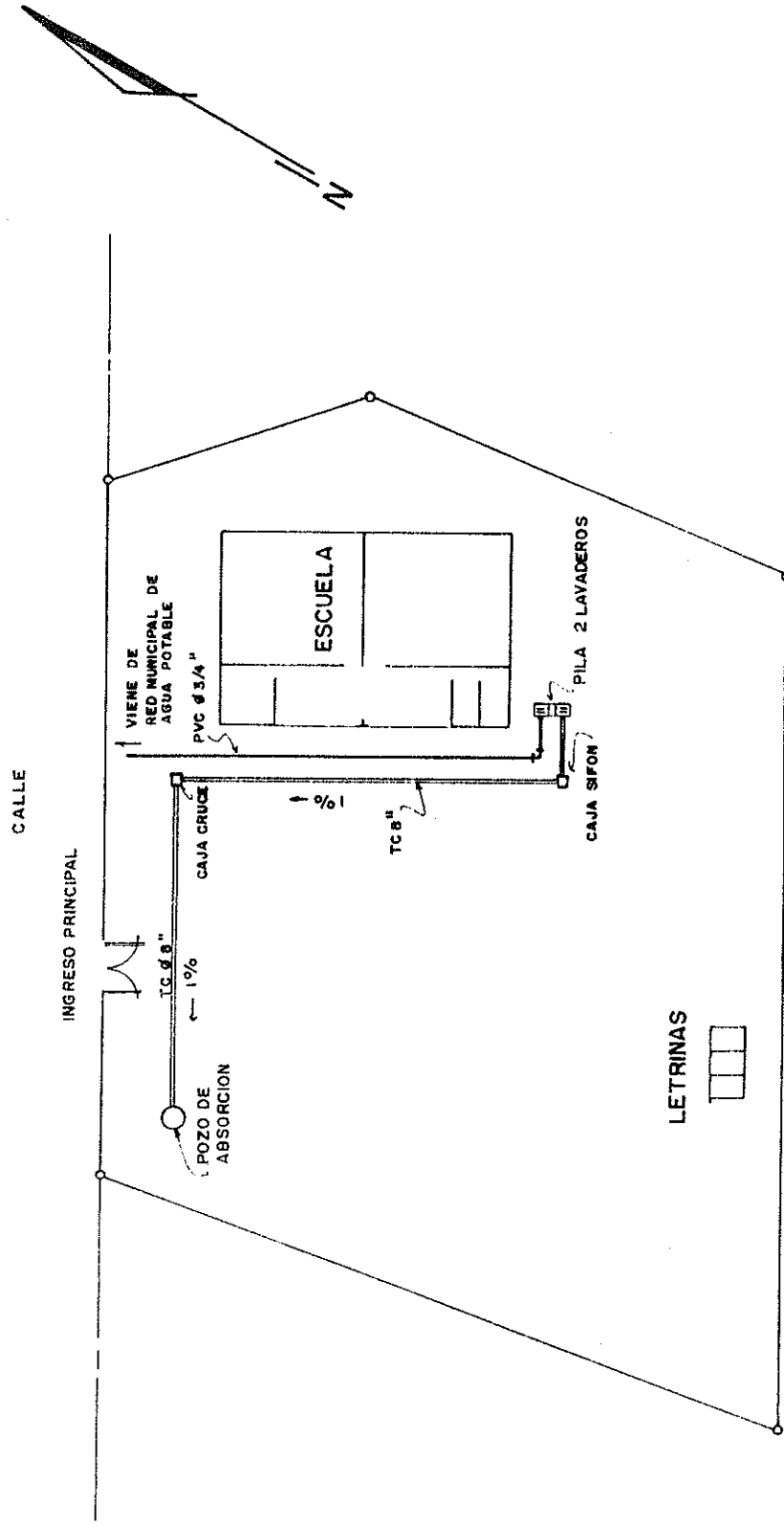


NOMENCLATURA	
	LAMPARA FLUORESCENTE EN CIELO
	FOCO EN CIELO
	TOMACORRIENTE 110 V. A 0.45 S.N.P
	TABLERO CONTROL DE CIRCUITOS
	INTERRUPTOR SIMPLE
	ALAMBRE VIVO
	ALAMBRE RETORNO
	ALAMBRE NEUTRO
	DUCTO EN CIELO
	DUCTO EN PARED
	DUCTO BAJO PISO

TODA LA RED SERA ALAMBRE CAL. 12, SALVO RETORNOS QUE SERAN CAL. 14

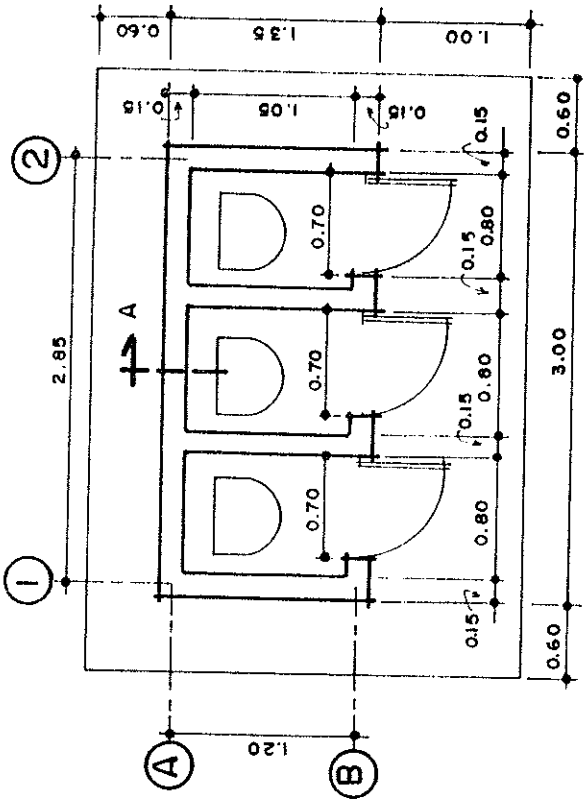
PLANTA INSTALACION ELECTRICA
ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO 2 AULAS + D. C. B.	
HOJA DE: INSTALACION ELECTRICA	
FECHA: 08/95	ESCALA INDICADA 13/16

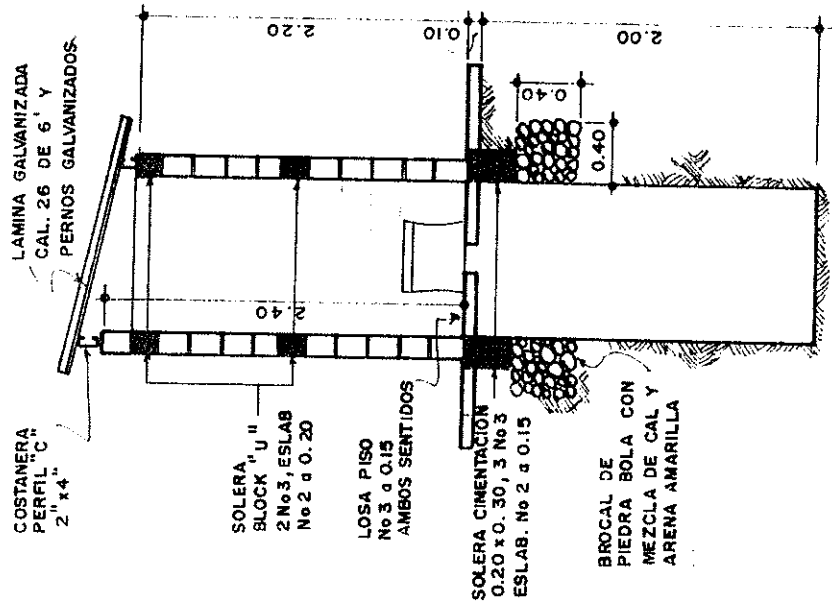


PLANTA DRENAJES Y AGUA POTABLE
 ESCALA 1:100

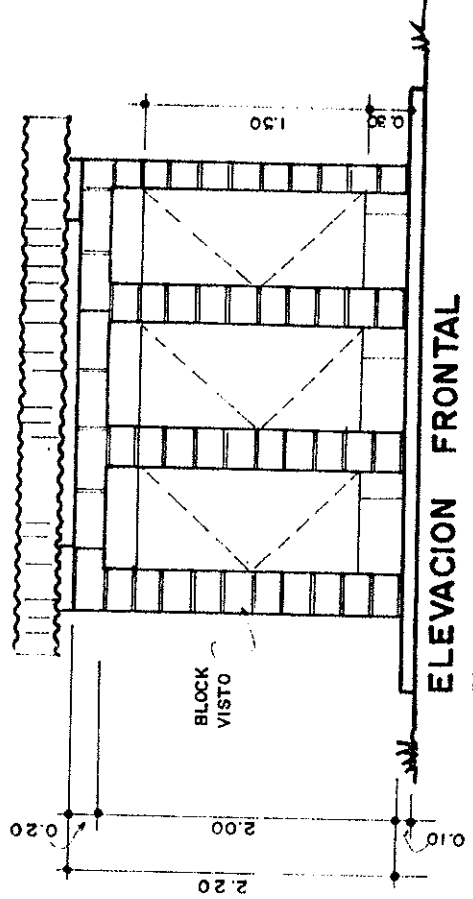
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO CONJUNTO	
HOJA DE:	DRENAJES Y AGUA POTABLE
FECHA:	AGOSTO/95
ESCALA:	INDICADA
14/16	



PLANTA ACOTADA
ESCALA 1:50

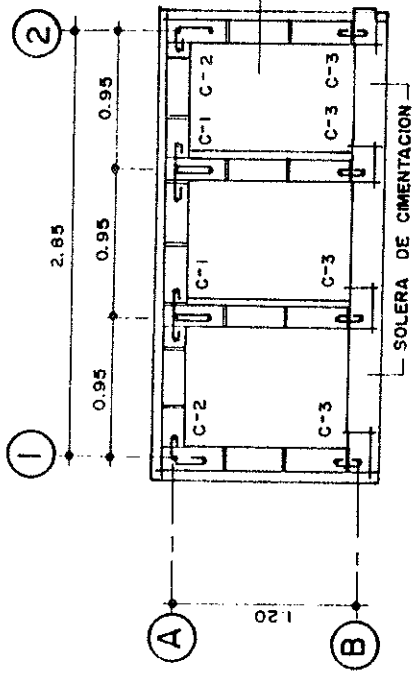


SECCION "A-A"
ESCALA 1:50

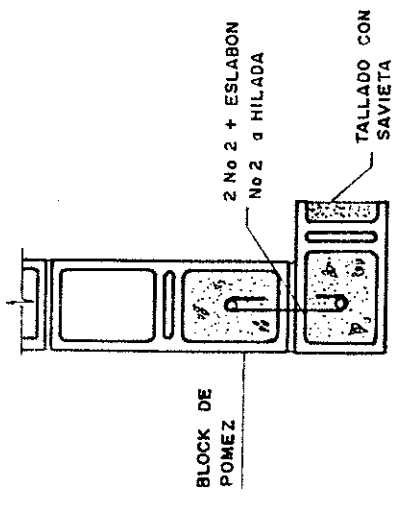


ELEVACION FRONTAL
ESCALA 1:50

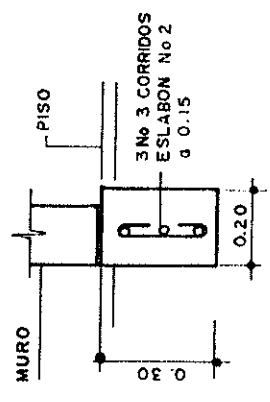
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO LETRINAS	
HOJA DE: COTAS, ELEVACION Y SECCION	
FECHA: AGOSTO/95	ESCALA: INDICADA
15/16	



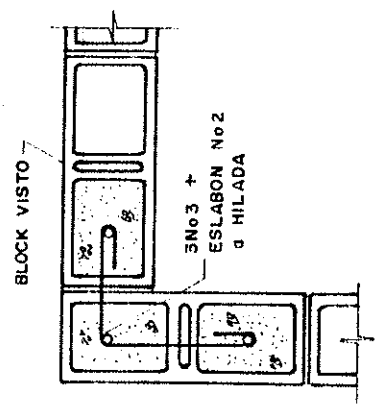
PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA 1:50



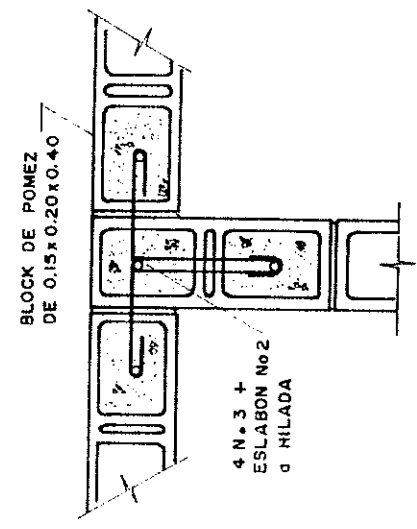
COLUMNA C-3
ESCALA 1:12.5



SOLERA DE CIMENTACION
ESCALA 1:20



COLUMNA C-2
ESCALA 1:12.5



COLUMNA C-1
ESCALA 1:12.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO LETRINAS. cimientos	
HOJA DE CIMENTOS Y DETALLES	ESCALA INDICADA
FECHA AGOSTO/95	16/95

CONCLUSIONES

1. El diseño de la Escuela aquí propuesta, solo se podrá utilizar en las áreas rurales de la región Oriente, que presenten un clima cálido seco.
2. Los materiales que se utilizan en la construcción de esta escuela, son fáciles de obtener en el lugar, lo que produce un ahorro significativo en los gastos de transporte.
3. El sistema constructivo que se utiliza en esta escuela, es ampliamente conocido por lo que no se necesita mano de obra especializada, debiendo contemplarse siempre con la orientación de un Ingeniero Civil.
4. Por su distribución de ambientes este tipo de escuela puede ampliarse hasta un máximo de cuatro aulas.
5. El tiempo de construcción que se necesita para la realización de un proyecto de esta naturaleza es relativamente corto.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr un ordenamiento de los distintos diseños de escuelas que en la actualidad se construyen, se recomienda unificar estos diseños por regiones, tomando en cuenta principalmente los aspectos climáticos.
2. El diseño de una escuela típica de dos aulas, cocina-bodega, dirección y módulo de letrinas que se presenta, puede servir a el Ministerio de Educación, Municipalidades, Organizaciones no Gubernamentales y Empresas Privadas, para la construcción de escuelas de bajo costo en las áreas rurales de la región oriente, principalmente los departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula.
3. Se recomienda involucrar directamente a las comunidades dentro del proceso constructivo, ya que con esto se reducirá los costos de mano de obra, a la vez creando fuentes de trabajo.
4. Por ser un edificio de bajo costo diseñado para áreas rurales no se recomienda su construcción en zonas urbanas, en las que en el futuro, debido al crecimiento demográfico se vean en la necesidad de construir segundos niveles.
5. Que para cualquier construcción de edificio escolar, se cuente con la supervisión, asesoramiento de profesionales de la Ingeniería.

BIBLIOGRAFIA

1. **Alfredo Guerra Borges** Compendio de Geografía Económica y Humana de Guatemala, Universitaria, 1986, 356 pags.

2. **Diccionario Geográfico de Guatemala** Tomo III
Agosto 1980
Tipografía Nacional de Guatemala

3. **Fomento de Hipotecas Aseguradas (F.H.A.)** Normas de Planificación y Construcción para casos proyectados.
División Técnica del F.H.A 1973 - 1974.-

4. **Frederick, S. Merritt** Enciclopedia de la Construcción, Arquitectura e Ingeniería.
Océano / centrun. Tomo III
1990, 372 pags.

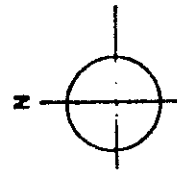
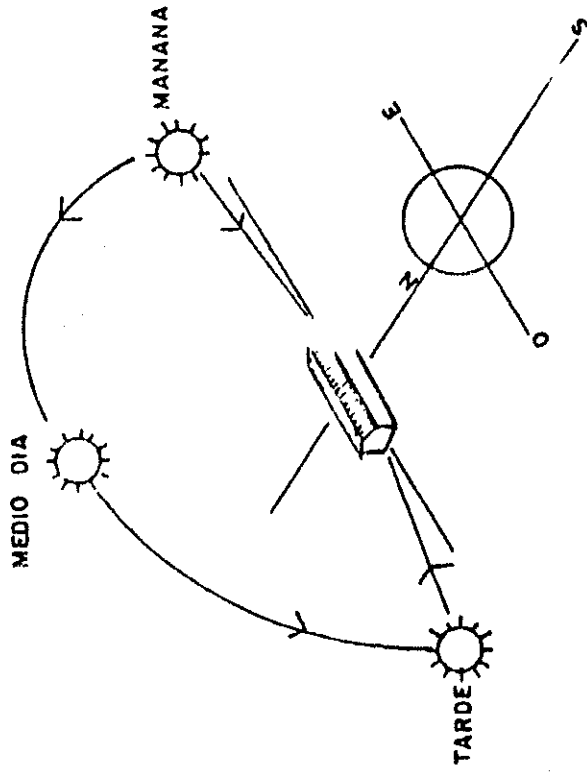
5. **Harry Parker Mc.** Texto simplificado de Mecánica y resistencia de materiales
Centro regional de ayuda técnica
Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D) México, 1972, Limusa - Willey, 1972, 289 pags.

6. **Lehr, Arriola, Carlos Guillermo** Diseño y Construcción de una Escuela de seis aulas, tesis, de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería USAC, Guatemala 1983, 109 pags.

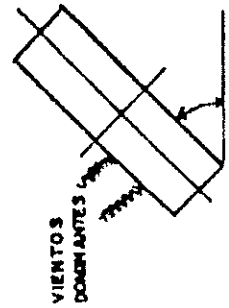
7. **Manual of Steel Construcción** American Institute of Steel Construction inc, founded in 192 Copyright, 1970
8. **Plan de construcción escolar** Ciudad de Guatemala.
Ministerio de Educación.
Oficina de planeamiento integral de educación (OPIE), 1963
9. **Singer - Pytel** Ferdinand L. Andrew
Resistencia de materiales
Copyright, 1982, por Harla, S. A. de C.V., México, D.F. Tercera Edición, 560 pp
10. **Unidad de Investigación y Planificación Educativa (USIPE)** Criterios normativos para el diseño de edificios escolares.
Ministerio de educación, división de infraestructura física, 1982 145 pags.

APENDICE "A"

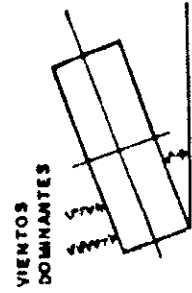
ORIENTACION DEL EDIFICIO ESCOLAR



MEJOR ORIENTACION
PARA
CONTROL SOLAR



MEJOR ORIENTACION
PARA
MAXIMA VENTILACION

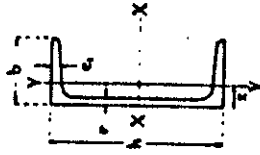


ORIENTACION CONVENIDA
SOLUCION INTERMEDIA

APENDICE "A"

TABLA No. 1

APÉNDICE B TABLAS



Propiedades de perfiles C (o U), europeos

h	Dimensiones en mm				x cm	Área cm ²	Masa (peso) kg/m	Referido al eje X-X			Referido al eje Y-Y		
	b	e	e ₁	r				I _x cm ⁴	Z _x cm ³	k _x cm	I _y cm ⁴	Z _y cm ³	k _y cm
50	25	6	6	6	0.80	5.1	4.00	20.0	8.0	1.97	3.00	1.76	0.76
60	30	6	6	6	0.89	6.4	5.02	32.6	10.8	2.25	5.62	1.10	0.93
80	45	6	6	8	1.45	11.0	8.64	106	26.5	3.10	19.4	6.36	1.33
100	50	6	6	8.5	1.55	13.5	10.60	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47
120	55	7	7	9	1.60	17.0	13.40	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59
140	60	7	7	10	1.75	20.4	16.01	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75
160	65	7.5	7.5	10.5	1.84	24.0	18.84	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89
180	70	8	8	11	1.92	28.0	22.00	1350	150	6.95	114	22.4	2.02
200	75	8.5	8.5	11.5	2.01	32.2	25.30	1910	191	7.70	148	27.0	2.14
220	80	9	9	12.5	2.14	37.4	29.40	2690	245	8.48	197	33.6	2.30
250	80	10	10	12.5	2.14	42.5	34.00	3770	302	9.40	238	40.6	2.36
250	100	10	10	16	2.88	53.7	42.20	5180	414	9.80	440	61.7	2.86
300	90	13	13	14	2.14	60.7	47.65	7310	487	10.95	349	51.0	2.39

TABLA 3

CALCULO DE MATERIALES MODULO DE 3 LEIRINAS

MATERIA L.	RENGLON														
	SOLERA DE CIMENTACION	LOSA DE PISO	LEVANTADO	PINES	SOLERAS EN BLOK	TECHO	BROCAL	C	TOTAL	CCSIC UNITARIO	CCSIC TOTAL				
Cemento	4.54	9	3.00	4.6	1.5	—	0.5	qq	23.14	24	555.36				
Arena de rio	0.20	0.60	0.20	0.30	0.10	—	—	M3	1.5	100	150.				
Piedrin	0.45	0.90	—	0.5	0.15	—	—	M3	2	125	250.				
Acero No. 3	0.35	0.7	—	0.75	0.40	—	—	qq	2.2	120	264				
Acero No. 2	0.09	—	—	0.40	0.10	—	—	qq	0.6	120	72				
Alambre anacre	2.7	4.3	—	7	3	—	—	lbs	17	2.50	42.50				
Clavo	0.3	0.5	—	—	—	—	—	lbs	1	3	3				
Madera p/const.	28	38	—	—	—	—	—	pie	66	2.75	181.5				
Cost. perfil "C" de 2" x 4"	—	—	—	—	—	6	—	ML	6	13	78.				
Lamina galvanizada cal 26 de 6'	—	—	—	—	—	4	—	U	4	9.20	36.80				
Pernos galvanizados de 8"	—	—	—	—	—	8	—	U	8	1.25	10				
Pint. anticorrosiva	—	—	—	—	—	0.25	—	GAL	0.25	75	18.75				
Piedra bola	—	—	—	—	—	2	—	M3	2	50	100				
Block de 0.15	—	—	190	—	—	—	—	U	190	1.35	256.50				
Block "U" de 0.15	—	—	—	—	40	—	—	U	40	1.50	60				
Cal	—	—	—	—	—	—	4	bolsa	4	14	56				
Arena amarilla	—	—	—	—	—	—	1	M3	1	75	75				
Imprevistos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400				
TOTAL	-----										2609.41				